

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Faktory ovlivňující rozšíření klíněnky jírovcové v České republice

Diplomová práce

Autor: Bc. Šárka Zimermanová

Vedoucí práce: Ing. Jakub Horák, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a entomologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Šárka Zimermanová

Lesní inženýrství

Název práce

Faktory ovlivňující rozšíření klíněnky jírovcové v České republice

Název anglicky

Factors influencing distribution of the horse chestnut leaf-miner in the Czech Republic

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit jak je silný vztah početnosti klíněnky jírovcové k různým environmentálním proměnným – například k nadmořské výšce, zastoupení listnatých a jehličnatých lesů v okolí.

Metodika

V časném jaru bude sebrána jírovcová hrabanka na více místech České republiky. Poté bude umístěna do eklektorů, kde bude sečten počet líhnoucích se dospělců klíněnky jírovcové. Data budou následně statisticky vyhodnocena ve vhodném statistickém programu (např. SAM nebo R).

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

listnatý les, jehličnatý les, nadmořská výška, *Cameraria ohridella*, Lepidoptera, Gracillariidae

Doporučené zdroje informací

- Gilbert M, Svaton A, Lehmann M, Bacher S (2003) Spatial patterns and infestation processes in the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*: a tale of two cities. *Entomol Exp Appl* 107:25-37
- Kehrli P, Bacher S (2003) Date of leaf litter removal to prevent emergence of *Cameraria ohridella* in the following spring. *Entomol Exp Appl* 107:159-162
- Kehrli P, Bacher S (2004) How to safely compost *Cameraria ohridella*-infested horse chestnut leaf litter on small compost heaps. *J Appl Entomol* 128:707-709
- Lees DC, Lack HW, Rougerie R, Hernandez-Lopez A, Raus T, Avtzis N, Augustin S, Lopez-Vaamonde C (2011) Tracking origins of invasive herbivores using herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leafminer. *Front Ecol Environ* 9:322-328
- Mertelik J, Kloudova K, Vanc P (2004) Occurrence of *Aesculus hippocastanum* with high degree of resistance to *Cameraria ohridella* in the Czech Republic. *Acta Fytotech Zootech* 7:204-205
- Nejmanova J, Cvacka J, Hrdy I, Kuldova J, Mertelik J, Muck A Jr, Nesnerova P, Svatos A (2006) Residues of diflubenzuron on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) leaves and their efficacy against the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella*. *Pest Manag Sci* 62:274-278
- Percival GC, Barrow I, Noviss K, Keary I, Pennington P (2011) The impact of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic; HCLM) on vitality, growth and reproduction of *Aesculus hippocastanum* L. *Urban For Urban Gree* 10:11-17
- Sefrova H, Lastuvka Z (2001) Dispersal of the horsechestnut leafminer, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986, in Europe: its course, ways and causes (Lepidoptera: Gracillariidae). *Entomol Z* 111:194-198
- Valade R, Kenis M, Hernandez-Lopez A, Augustin S, Mari Mena N, Magnoux E, Rougerie R, Lakatos F, Roques A, Lopez-Vaamonde C (2009) Mitochondrial and microsatellite DNA markers reveal a Balkanic origin for the highly invasive Horse-Chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae). *Mol Ecol* 18:3458-3470

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Jakub Horák, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2014

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2015

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Faktory ovlivňující rozšíření klíněvky jírovcové v České republice vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jakuba Horáka, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 27. 3. 2015

Podpis autora

Himová

Děkuji Ing. Jakubu Horákovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce. Dále děkuji prof. Ing. Jaroslavu Holušovi, Ph.D., Mgr. Janu Vránovi, Ing. Petře Novákové, Ph.D., Ing. Pavle Čížkové, Mgr. Karolíně Lukášové, Ph.D., Ing. Lucii Kylarové, RNDr. Janu Pavlíčkovi, Ing. Janu Lubojackému, Ph.D., Mgr. Tereze Loskotové, RNDr. Janu Maternovi, Ph.D., Ing. Petře Stodůlkové, RNDr. Karlu Réblovi, Mgr. Jiřímu Koutovi, Ph.D., Ing. Milošovi Trýznovi, Ivetě Karáskové, Petru Božovi, Stanislavu Radovi a Ing. Ivaně Neradilové za pomoc při sběru materiálu.

Anotace

Zkoumaný druh klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*) je nejznámějším škůdcem jírovců maďalů (*Aesculus hippocastanum*). Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jaký a jak silný je vztah početnosti klíněnky jírovcové ke zkoumaným proměnným: nadmořské výšce, vzdálenosti od lesa a množství sebraného opadu. Byl sebrán opad z jírovců maďalů na 42 lokalitách v České republice. Následně byly sčítány líhnoucí se klíněnky z opadu ve fotoeklektorech. Průměrný počet vylíhlých klíněnek na jednu lokalitu byl 481 jedinců. Jejich počet se zvyšoval s rostoucím objemem opadu a snižoval s rostoucí nadmořskou výškou a vzdáleností k lesu.

Klíčová slova: listnatý les, jehličnatý les, nadmořská výška, *Cameraria ohridella*, *Lepidoptera*, *Gracillariidae*

Abstract

Examined species the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) is the best known pest of the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*). The aim of this thesis is to find out which and how strong is the relationship between abundance of horse-chestnut leaf miner and studied variables: altitude, distance from the forest and quantity of collected litter. Leaf litter of horse chestnut was collected in 42 locations of the Czech Republic. Then hatched horse-chestnut leaf miners from litter in photoeclectors were counted. The average number of hatched horse-chestnut leaf miners for one location was 481 individuals. Theirs number increased with the rising quantity of collected litter and declined with the rising altitude and distance from the forest.

Key words: deciduous forest, coniferous forest, altitude, *Cameraria ohridella*, *Lepidoptera*, *Gracillariidae*

Obsah

1. Úvod.....	9
Invazní druh.....	9
Defoliátoři.....	15
Invazní klíněnky.....	18
Zařazení klíněnky jírovcové	20
Vývoj klíněnky jírovcové – vajíčko	21
Vývoj klíněnky jírovcové – housenka	22
Vývoj klíněnky jírovcové – kukla.....	24
Vývoj klíněnky jírovcové – imago.....	25
Jírovec maďal.....	27
Ochrana proti klíněnce jírovcové	28
Vybrané faktory prostředí.....	34
2. Cíle	36
3. Metodika	37
Studovaný druh	37
Studované plochy	43
Metoda sběru a líhnutí.....	46
Studované proměnné	47
Statistické analýzy.....	48
4. Výsledky.....	50
5. Diskuze.....	56
Vzdálenost od lesa.....	59
Nadmořská výška	62
Objem opadu.....	63
6. Závěr.....	64
Použitá literatura	65

Seznam tabulek

Tabulka 1: Nejdůležitější invazní druhy hmyzu škodící na rostlinách v ČR (dle Šefrová, 2006).	10
Tabulka 2: Zařazení klíněnky jírovcové.....	22
Tabulka 3: Seznam lokalit	45
Tabulka 4: Základní statistické hodnoty.....	51
Tabulka 5: Modelování se třemi nezávislými proměnnými pro počet klíněnek, ČR, 2014	53
Tabulka 6: Lokality s vysokým počtem klíněnek s odůvodněním.....	58

Seznam grafů

Graf 1: Histogram klíněnky	52
Graf 2: Počet vylíhlých klíněnek dle nadmořské výšky	54
Graf 3: Počet vylíhlých klíněnek dle vzdálenosti od lesa.....	54
Graf 4: Počet vylíhlých klíněnek dle objemu opadu	55

Seznam obrázků

Obrázek 1: Žír ploskohřbetky smrkové.....	16
Obrázek 2: Aplikace Dimilinu proti ploskohřbetce smrkové v Krkonoších 9. 7. 2006	17
Obrázek 3: Vajíčko klíněnky jírovcové.....	22
Obrázek 4: Larva klíněnky jírovcové.....	24
Obrázek 5: Kukla klíněnky jírovcové	25
Obrázek 6: Imago klíněnky jírovcové	26
Obrázek 7: Jírovec maďal - znaky	28
Obrázek 8: <i>Cameraria ohridella</i>	37
Obrázek 9: Jírovec maďal napadený klíněnkou jírovcovou	38
Obrázek 10: <i>Pediobius saulius</i> samice.....	40
Obrázek 11: <i>Pediobius saulius</i> samec	41
Obrázek 12: <i>Minotetrastichus frontalis</i> samec	42
Obrázek 14: Mapa rozmístění lokalit	43
Obrázek 15: Použitý typ eklektoru.....	47
Obrázek 16: Zadání modelování v programu SAM	48
Obrázek 17: Ohridské jezero – první masivní rozšíření klíněnky jírovcové v Evropě	60

1. Úvod

Invazní druh

Klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*) patří do širokého spektra invazních živočichů Evropy. Tito živočichové jsou na místě nepůvodní, čili byli introdukováni, přesunuti, buď přímou či nepřímou lidskou činností mimo svůj přirozený areál. Navíc jejich zavlečení a následné rozmnožování ohrožuje místní biodiverzitu. Přirozené šíření druhů je mnohem pomalejší a je omezeno biogeografickými bariérami. Nepůvodní druhy jsou převáženy díky lidem a dopravním prostředkům bez ohledu na tyto bariéry a šíření probíhá rychleji. Proces šíření invazního druhu se skládá z několika stádií: disperzní, zakladací, zdomácňující a rozšiřující. Pro přechod do dalšího stádia musí být předchozí stádium úspěšně ukončeno (Davis, 2009).

Převoz probíhal mezi kontinenty nejdříve především pomocí lodí, později i letadel. Na vysoké vzdálenosti se přemísťují i druhy díky spleťmu systému dálnic. Jednotlivci jsou přemísťováni v obalech, trupech lodí, nemoci díky převáženým nakaženým zvířatům i rostlinám. Zavlékání druhů začalo při vzniku a šíření nejstarších lidských civilizací. Na našem území je tedy možné, že spadá počátek invazivních druhů 6500 let zpět (Šefrová, 2006), kdy pro některé dovezené druhy životní podmínky mohly odpovídat podmínkám původního rozšíření. Nedostatečné kontroly a nedodržování karantény mohou způsobit rozšíření nového živočicha či rostliny. Některé převezené druhy nemají na novém místě vhodné podmínky a nepřežijí, jiné sice přežívají, ale jen pomalu se přizpůsobují podmínkám, invazivní druhy se rychle rozmnožují a šíří v novém prostředí a negativně působí na přirozené druhy. Druhy, které byly dovezeny z teplejších oblastí, se mohou uplatnit jako škůdci pokojových a skleníkových rostlin, či působit škodu ve skladištích a bytových prostorech. Druhy, jimž venkovní podmínky vyhovují pro rozmnožování, se mohou stát škůdci okrasných rostlin, lesních dřevin, či zemědělských plodin. V Evropě se vyskytuje minimálně 100 000 domácích druhů, z nich je 15% rostlin, 15% hub a 70% živočichů. Známé je 12 000 druhů nepůvodních, 60% rostlin, 5% hub a 35% živočichů. Dokonce 1 300 z nich bylo zařazeno mezi invazivní (Nentwig, 2014).

Zavlečených druhů hmyzu do České republiky je registrováno 390, mezi nejpočetnější řady patří polokřídlí se 125 druhy, brouci se 110 druhy a motýli s 37 druhy. Ze zavlečených druhů hmyzu lze 120 druhů zařadit mezi invazivní a více než 20 druhů jsou důležití škůdci rostlin (Tab. 1), mezi nimiž se vyskytuje studovaná klíněnka jírovcová, která se po zavlečení do střední Evropy šířila rovnoměrně všemi směry s průměrnou rychlostí 50 km/ rok (Šefrová, 2006).

Tabulka 1: Nejdůležitější invazní druhy hmyzu škodící na rostlinách v ČR (dle Šefrová, 2006).

Jméno	Původ	ČR	Potravní nároky
Sít'natka platanová <i>Corythucha ciliata</i>	Severní Amerika	1995	Platan
Mera zimostrázová <i>Psylla buxi</i>	Jihozápadní Evropa	<1900	Zimostráz
Korovnice kavkazská <i>Dreyfusia nordmannianae</i>	Jihozápadní Asie	<1900	Jedle
Vlnatka krvavá <i>Eriosoma lanigerum</i>	Severní Amerika	<1900	Jádroviny
Kyjatka zahradní <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Severní Amerika	1900	Polyfág
Mšička révokaz <i>Viteus vitifoliae</i>	Severní Amerika	1890	Réva vinná
Štítenka zhoubná <i>Diaspidiotus perniciosus</i>	Východní Asie	1933	Ployfág
Třásněnka mečíková <i>Thrips simplex</i>	Austrálie	1947	Mečík
Bázlivec kukuřičný <i>Diabrotica virgifera</i>	Severní Amerika	2002	Kukuřice
Lalokonosec <i>Otiorhynchus armadillo</i>	Středomoří	2002	Ployfág

Jméno	Původ	ČR	Potravní nároky
Zrnokaz hrachový <i>Bruchus pisorum</i>	Středomoří	<1850	Hrách
Mandelinka bramborová <i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Severní Amerika	1945	Lilek
Nosatčík <i>Rhopalapion longirostre</i>	Jihozápadní Asie	1999	Topolovka
Drtník <i>Xyleborus alni</i>	Východní Asie	1987	Listnaté dřeviny
Molovka zeravová <i>Argyresthia thuiella</i>	Severní Amerika	1988	Zerav
Molovka jalovcová <i>Argyresthia trifasciata</i>	Alpy	1995	Jalovec
Klíněnka jírovcová <i>Cameraria ohridella</i>	Východní Asie?	1993	Jírovec
Klíněnka hlohyňová <i>Phyllonorycter leucographella</i>	Jihozápadní Asie	1995	Hlohyně
Klíněnka platanová <i>Phyllonorycter platani</i>	Středomoří	<1920	Platan
Přástevníček americký <i>Hyphantria cunea</i>	Severní Amerika	1950	Polyfág
Plodomorka hrachová <i>Contarinia pisi</i>	Středomoří	1910	Hrách
Krásenka douglasková <i>Megastigmus spermotrophus</i>	Severní Amerika	1952	Douglaska

Nejčastěji pochází tyto invazní druhy ze Severní Ameriky, u kterých lze nepůvodní charakter snadno potvrdit kvůli nemožnosti přírodního rozšiřování hmyzu přes oceán. U těchto druhů převoz probíhal pravděpodobně pomocí lodí či letadel v obalech či na převážené hostitelské rostlině. Dále probíhal často

i import ze středomoří, odkud je k nám nejbližší vzdálenost a horské bariéry mohly pomoci překonat osobní a nákladní automobily. Častý byl i dovoz z východní a jihozápadní Asie, zprostředkovaný automobily i letadly, díky souvislému areálu nebylo rozšíření problému. Jedním z prvních invazních živočichů byl *Bruchus pisorum*, jeho zavlečení proběhlo již před rokem 1850 ze Středomoří. Vyskytuje se v teplejších oblastech na Moravě, ochrana sklizně před napadením tímto živočichem se provádí zvýšením teploty v prostoru uchovávání semen na 20°C (Houba et al., 2009). Většina ostatních druhů se k nám rozšířila ve 20. století, kdy již probíhal intenzivní výzkum invazních druhů hmyzu. Nejpozději z uvedených druhů k nám doputovali *Diabrotica virgifera* a *Otiorhynchus armadillo* v roce 2002. Většina druhů je monofágních, vázaných pouze na jediný zdroj potravy, který u nás není také původní a je možný i dovoz invazního hmyzu s daným hostitelem, či následný dovoz a uchycení na původním hostiteli. Polyfágy jsou pouze *Macrosiphum euphorbiae*, *Diaspidiotus perniciosus* a *Hyphantria cunea*. *Macrosiphum euphorbiae* se živí floémem několika plodin (Ribeiro et al., 2006), *Diaspidiotus perniciosus* je škůdce ovocných a lesních stromů, *Hyphantria cunea* je vaječným parazitoidem bekyně mnišky. Nebezpečí invazivních druhů je vysoké. Rozšířením nového druhu působí na snižování životního prostoru a potravy pro domácí druhy, rozšiřují se nové nemoci od invazivních druhů. Pokud je možná mezidruhová hybridizace, vyskytuje se hrozba vymření původních druhů, kvůli vzniku potomků bližších nepůvodním druhům.

Invazivní druhy působí i škody hospodářské. Pro lidstvo jsou největší hrozbou škůdci na hospodářských rostlinách, například plíseň bramborová, která decimovala sklizeň brambor dříve, či bázlivec kukuřičný, jež způsobuje problémy v pěstování kukuřice nyní. V lesnictví je problémem například zavlečený druh trnovník akát. Byl přivezen ze Severní Ameriky do Francie v roce 1601. Díky svému okrasnému vzhledu se šířil v parcích Evropou. Na území nynější České republiky byl zaznamenán v roce 1701. Akát je pionýrským druhem a podmínky suchých trávníků, luk, skalních výchozů, křovin, suchých lesů a člověkem narušených stanovišť mu vyhovovaly a rychle se šířil (Nentwig, 2014). Strom vylučuje do půdy chemické látky, které většině ostatních

znemožňuje růst, navíc dusík poutaný akátem dále zhoršuje pro většinu rostlin životní podmínky. Nyní je akát na většině míst likvidován mechanickými i chemickými způsoby, aby se umožnil návrat původních druhů. Kombinace metod, kdy se nejdříve využije mechanický způsob, a poté se aplikuje chemické ošetření, je uváděn jako nejefektivnější. Jediným biologickým způsobem uplatňovaným v České republice je pastva ovcí a koz, likvidující ožíráním výmladky akátu (Vítková, 2011). Existuje ještě možnost využití přirozených škůdců rostlin pro jejich likvidaci, avšak známý škůdce akátu klíněnka akátová zde nemá vhodné podmínky. Kvůli nízkým teplotám je v zimě vysoká úmrtnost a kvůli brzkému opadu listů způsobeného podzimními mrazy se housenky nestihnou dovyvinout (Šefrová, 2002). Jiné invazivní druhy působí i negativně na zdraví člověka, například šťávy bolševníku velkokvětého vytváří po styku s kůží popáleniny.

V roce 2004 Ministerstvo životního prostředí České republiky financovalo projekt s cílem sjednotit odbornou terminologii vztahující se k nepůvodním druhům, shrnout znalosti o nepůvodních druzích v České republice a shrnout jejich dopad na českou přírodu. Grant získal Český svaz ochránců přírody. Díky tomuto projektu vznikla kniha *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Z tohoto díla vyplývá, že většina nepůvodních druhů se u nás objevila z Mediteránu, dříve se k nám šířily zřejmě i druhy z Asie díky obchodním cestám, po objevení Ameriky se díky lodní dopravě šířily další druhy ze zaoceánských krajů. Nyní se kvůli letecké dopravě mohou šířit jedinci prakticky odkudkoliv. Očekává se, že počet nepůvodních druhů bude v budoucnu stoupat díky rozsáhlejšímu hledání, které vede k nalezení vyššího počtu hledaných druhů, kvůli zvětšujícím se populacím zakládajících druhů a díky introdukci dalších druhů (Davis, 2009).

Hlavní důvody pro šíření do České republiky jsou lovecké, hospodářské a zájmové (Mlíkovský & Stýblo, 2006). Šířením do ČR pomocí lovu se dostávají především velcí savci, ryby a ptáci, pomocí hospodářského zájmu především hospodářská zvířata a hospodářské plodiny. Nejvyšší množství druhů se však na našem území objevuje ze zájmových důvodů, kvůli kterým se zde objevují

exotické druhy živočichů a rostlin. Nyní provádí dozor nad šířením invazivních druhů Ústřední zkušební a kontrolní ústav zemědělský. Pod daný ústav od roku 2014 patří Státní rostlinolékařská správa, která dle zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči, paragrafu 10 provádí monitoring a průzkum výskytu invazních škodlivých organismů a dle paragrafu 72 opatření proti zavlékání a rozšiřování invazních škodlivých organismů. Rostlinolékařský inspektor je oprávněn určit vlastníkovvi pozemku termín pro likvidaci invazní rostliny na něm rostoucí, při nesplnění může udělit vlastníkovvi pokutu. Při nesplnění mimořádného rostlinolékařského opatření ukládaného při nesplnění úředního opatření hrozí fyzické osobě pokuta až 50 000Kč a právnické osobě pokuta až 1 500 000Kč (Zákon č. 326/2004 Sb.). Dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny nesmí zásahy proti invazivním druhům rostlin nad nezbytnou míru ohrozit zvláště chráněné části přírody, při porušení hrozí pokuta pro fyzické osoby až 20 000Kč, při výkonu podnikatelské činnosti hrozí fyzické i právnické osobě pokuta až 2 000 000Kč (Zákon č. 114/1992 Sb.). Management invazivních druhů se v rámci prevence zaměřuje na redukci šířících se druhů a sledování rizik jednotlivými ústavy. V rámci včasné detekce, rychlé odpovědi a vyhlazení se využívá monitorování rané invaze, pověření orgánu, financování vyhlazení a kontrolních programů. V rámci kontroly a zpomalení šíření se vytváří programy pro zpomalení šíření. V rámci lidské adaptace se zakládají centra pro management s invazivními druhy (Davis, 2009). Otázku regulace živočichů řeší zákon 349/2009 Sb., který mění zákon 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, který uplatňuje rozhodnout o odlovu geograficky nepůvodních zvířat orgány ochrany přírody, avšak odlov invazních živočichů je teprve v počátcích a stát nemá ani dostatek prostředků pro toto řešení. Veřejnost se může pro tento účel především sdružovat do nevládních neziskových organizací, které mohou na svou činnost získat za jistých podmínek dotace od státu. Majitel pozemku musí souhlasit s provedením projektu a podpořit jeho udržitelnost nejméně po dobu deseti let, nesmí se jednat o úhradu kompenzačních a nápravních opatření a opatření náhradních, které uložil orgán státní správy (Doležalová, 2011).

Hmyz je podrobněji zkoumán teprve 100 až 150 let, rostliny a obratlovci jsou studováni již delší dobu, proto je problémem zjistit, zda je studovaný hmyz

zavlečený, či se druh pozvolně přirozeně rozšířil, avšak nebyl v takové početnosti, aby si ho odborníci všimli. Cizí původ je u druhu zaručen, pouze pokud existují jisté důkazy o zavlečení, čili druhy zavlečené před rokem 1850 jsou díky nedostatečnému studiu v této době prakticky nemožné zařadit mezi nepůvodní. Proto je odhadováno, že počet druhů cizího původu hmyzu je pouze 1 až 2% z celkového počtu, ale u skupin déle studovaných je množství druhů cizího původu mnohem vyšší, u rostlin 20-40% a u obratlovců více než 10% (Šefrová, 2006).

Defoliátoři

Defoliátoři jsou škůdci asimilačních orgánů rostlin. Hmyz lze dle škodlivosti obecně rozdělit do pěti skupin. V první skupině, nejnebezpečnější pro člověka, jsou druhy, u kterých má pokračující gradace vždy za následek rozvrácení porostu, tyto škůdci se nazývají kalamitní a jsou uvedeny ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb. kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže v Části první, Úvodní ustanovení, v paragrafu 3 Kalamitní škůdci. V příloze č. 2 této vyhlášky jsou hlediska pro rozdělení do základního, zvýšeného a kalamitního stavu pro jednotlivé kalamitní škůdce. Mezi defoliátory v této kategorii patří bekyně mniška (*Lymantria monacha*), ploskohřbetky rodu *Cephalcia*: ploskohřbetka smrková (*Cephalcia abietis*), ploskohřbetka severská (*Cephalcia arvensis*) a ploskohřbetka černá (*Cephalcia falleni*), obaleč modřínový (*Zeiraphera griseana*). V druhé skupině jsou druhy hmyzu, jež působí dlouhodobé ztráty na přírůstu, nebo způsobují proředění porostu. Do této kategorie jsou řazeny například pilatky rodu *Pristiphora* (pilatka smrková - *Pristiphora abietina*, *Pristiphora leucopodia*) a *Pikonema* (*Pikonema scutellatum*). Do třetí skupiny se řadí druhy způsobující pouze krátkodobé snížení přírůstu. Příkladem může být bázlivec olšový (*Agelastica alni*), jehož larvy defoliovují především olši. Do čtvrté skupiny patří druhy, které způsobují škody na mimoprodukčních funkcích, čili funkcích estetických, hygienických, rekreačních atd. Do této skupiny se řadí zkoumaný druh klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*). Do poslední skupiny

spadají druhy dřívě nezařazené, čili druhy bez hospodářského významu. Kalamitní škůdce ploskohřbetka smrková je kalamitní defoliátor starších porostů smrku ztepilého (*Picea abies*), (Obr. 1), nejčastěji objevovaná ploskohřbetka v České republice. Přemnožuje se především v horských polohách od 600 do 1000 m n. m., kalamitním druhem je v ČR od 50. let 20. století (Liška & Holuša, 2000).



Obrázek 1: Žír ploskohřbetky smrkové

http://www.silvarium.cz/images/letaky-los/2000/2000_ploskohrbetka.pdf

Listožravý hmyz lze dle vhodnosti k použití insekticidů rozdělit do tří skupin: totální defoliátory jehličnanů, parciální defoliátory jehličnanů a defoliátory listnáčů. Kvůli nízké schopnosti regenerace stromů v případě napadení totálními defoliátory jehličnanů je nutno použít insekticidy, pokud se nejedná o modřín, vždy. U ostatních skupin je možno využít dalších

metod. Při výskytu parciálních defoliátorů v souběhu s imisním poškozením a následným nízkým počtem jehlic jsou insekticidy využívány také. Avšak u defoliátorů listnáčů se postřík insekticidy užívá pouze ojediněle, protože defoliace nevede k odumření stromů. V genových základnách listnáčů se začaly využívat syntetické pyrethroidy, pro jejich okamžitou účinnost, od roku 2000 se žádné postřiky neuskutečnily (Holuša et al., 2004). Veškeré aplikace se proti listožravému hmyzu probíhají letecky (Obr. 2), využitím letadel a vrtulníků. Kvůli ohlašovací povinnosti je nutné postřík do 48 hodin před aplikací oznámit obecnímu úřadu.



Obrázek 2: Aplikace Dimilinu proti ploskohřbetce smrkové v Krkonoších 9. 7. 2006

<http://www.vrtulnik.cz/civil/helo3248.jpg>

Přibližně třetina motýlů zjištěných v České republice jsou řazeny mezi minující živočichy. Jejich larvy jsou větší část svého života uvnitř pletiv

především listů svého hostitele, kde vytváří různě tvarované a barevné miny. Pro indikaci druhu je vhodný sběr min s přežívající larvou a následný odchov v laboratorních podmínkách do adultního stádia. Více než 90% motýlů jsou monofágní a úzce oligofágní druhy, jsou pro svou kořist vysoce specializovaní, tudíž lze více než 70% motýlů určit pouze dle vytváření jejich originálních min a dle umístění na jednotlivých hostitelích (Vysoký & Černý, 2013).

Invazní klíněnky

Klíněnka jírovcová je invazivním druhem a udržuje se v permanentní gradaci díky vysoké fekunditě, více generacím za rok a nízkému vlivu místních nepřátel a parazitoidů (Giradoz et al., 2007). Primárním areálem pro *Cameraria ohridella* je zřejmě východní Asie, sekundárním areálem a současně prvním místem s pozorovaným masovým rozšířením je Makedonie. Původ klíněnky lipové (*Phyllonorycter issikii*) je rovněž východoasijský, pochází z Japonska, Mandžuska, Koreje a východní Číny. V polovině 80. let byla hojně nacházena v Moskvě. Avšak u klíněnky hlohyňové (*Phyllonorycter leucographella*) je primárním areálem Východní Středomoří a v Evropě se šířila od 70. let. Klíněnka platanová (*Phyllonorycter platani*) pochází pravděpodobně stejně jako její hostitel platan východní (*Platanus orientalis*) z Balkánu a Malé Asie, ale není vyloučen ani severoamerický původ. Severoamerický původ je však potvrzen u klíněnky akátové (*Phyllonorycter robiniella*), což taktéž odpovídá původnímu rozšíření jejího hostitele trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*). Jak je zřejmé, původ klíněnek není jednotný, původ je od Severní Ameriky, přes Východní Asii po Mediterán. Vysvětlením nejednotného původu může být rozmístění hostitelů jednotlivých klíněnek. Nejvíce je v České republice rozšířena klíněnka jírovcová a působí také nejvyšší snížení estetické hodnoty svého hostitele. Výskyt klíněnky lipové je v ČR do submontánního stupně, zřejmě kvůli výskytu lip do tohoto výškového stupně. Tento škůdce nepůsobí velké problémy díky preferenci zastíněných ploch na spodních větvích v podrostu a přítomnosti parazitoidů. Klíněnka hlohyňová se vyskytuje na malém území státu, vyvíjí se na listech hlohyně šarlatové, nepůsobí zde velké problémy kvůli nevhodným podmínkám

prostředí a přítomnosti parazitoidů. Klíněnka platanová se díky malému výskytu platanu v ČR omezuje na parky, aleje a solitérní stromy, kde se platan nachází. Poškození vzniká při krátkodobém přemnožení pouze estetické, jsou decimovány povětrnostními podmínkami, parazitoidy a shrabáváním listí. Klíněnka akátová je v nižších a středních polohách České republiky. Při přemnožení působí předčasný opad listí, bohužel ani velká invaze trnovník akát nezlikviduje, nelze je tudíž použít k biologickému boji proti šíření tohoto invazního stromu. Kvůli přírodním podmínkám a parazitoidům je početnost klíněnky akátové redukována.

Zařazení klíněnky jírovcové

Tabulka 2: Zařazení klíněnky jírovcové.

Zařazení	český název	latinský název
Soustava	živé organismy	<i>Vitae</i>
Doména	Jaderní	<i>Eukaryota</i>
Nadříše		<i>Unikonta</i>
Soustava		<i>Opisthokonta</i>
Říše	živočichové	<i>Animália</i>
Podříše		<i>Eumetazoa</i>
Oddělení	dvoustranně souměrní	<i>Bilateria</i>
Pododdělení	prvoústí	<i>Protostomia</i>
Kmen	členovci	<i>Arthropoda</i>
Podkmen	šestinozí	<i>Hexapoda</i>
Třída	Hmyz	<i>Insecta</i>
Podtřída	Křídlatí	<i>Pterigota</i>
Infratřída	novokřídlí	<i>Neoptera</i>
Kohorta	hmyz s proměnou dokonalou	<i>Holometabola</i>
Řád	Motýli	<i>Lepidoptera</i>
Podřád		<i>Glossata</i>
Infrařád		<i>Heteroneura</i>
Falanx		<i>Ditrysia</i>

Zařazení	český název	latinský název
Nadčeled'		<i>Gracillarioidea</i>
Čeled'	vzpřímenkovití	<i>Gracillariidae</i>
Podčeled'	klíněnky	<i>Lithocolletinae</i>
Rod	klíněnka	<i>Cameraria</i>
Druh	klíněnka jírovcová	<i>Cameraria ohridella</i>

V České republice jsou zastoupeny rody *Phyllonorycter* s 71 druhy a *Cameraria*. Oba rody s rozpětím křídel pouhých 7-12mm. Rod klíněnky *Cameraria* je na našem území zastoupen pouze jediným druhem klíněnkou jírovcovou (Tab. 2). Vývoj klíněnek probíhá především na dřevinách, 14 druhů napadá duby, často jsou napadány vrby a z deseti bylinných druhů jsou ohrožovány například růžovité rostliny. Klíněnky mají dvě či více generací. Šíření klíněnek pravděpodobně dopomáhá jejich malá velikost, tudíž schopnost šíření větrem, přítomnost hostitelské rostliny a kuklení přímo v listech, ve kterých mohou být díky dopravním prostředkům rozšiřovány do okolí (Šefrová, 1999).

Vývoj klíněnky jírovcové – vajíčko

Vajíčka jsou nakladena jednotlivě na svrchní stranu listů v blízkosti bočních žilek (Obr. 3). První generace klíněnky jírovcové umísťuje vejce na spodní větev stromů, avšak druhá generace již do středu koruny hostitele. Věk stromů a velikost listů nerozhoduje o budoucím napadení. Samička obvykle klade 20 – 40 vajíček. Vajíčka jsou plochá. Dosahují velikosti 0,2 – 0,3 mm. Tvar je oválný, barva je mléčně bílá, po nakladení prosvítá zelená barva listů. Životaschopné vajíčko je pevně přilepeno k povrchu listu, po odumření se může postupně odlepit od podkladu a barva vajíčka se opět mění na bílou bez nádechu zeleného podkladu. Na vajíčku se objevují mírné prohlubně. Toto stádium trvá pouze několik dní, při vnější teplotě 4 – 12 dní, při teplotě 23°C v laboratoři

pouze 4 – 6 dní. (Šefrová, 2006, 2002; Tkáčová, 2009; Galko, 2012; Mrkva, 1999; Nováková, 2008).



Obrázek 3: Vajíčko klíněnky jírovcové

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id253642/?taxonid=45745&type=1>

Vývoj klíněnky jírovcové – housenka

Z vajíček se líhnou housenky prvního instaru, které se ihned zavrtávají do parenchymu listu mezi svrchní a spodní stranu listu, kde žerou a vytváří požerky – miny. Míny první generace se vytváří od poloviny května a housenky se v nich kuklí až v polovině června, v průběhu dalších generací klíněnky se jednotlivá stádia prolínají. Celkový vývoj housenky trvá dle teploty venkovního prostředí průměrně 25 – 40 dní. V laboratorních podmínkách při teplotě 23 °C trvá stadium housenky obdobně 20 – 35 dní. Housenky (Obr. 4) vytváří svým žírem nejdříve úzkou chodbičku, která se postupem času zvětšuje

a rozšiřuje až do délky 15 – 30 mm. Skvrny na listech mění svou barvu od světle průsvitné, přes šedozelenou, po hnědou. Během vývoje projde housenka šesti instary. V dospělosti jsou housenky velké do 0,6 cm. Od 4. instaru mina rychle roste, plocha miny dosahuje 4 – 8 cm². Poslední stádium housenky je obohaceno o snovací ústrojí, pomocí kterého je v mině vytvořen zámotek, kde se kuklí. Housenky třetí generace vytváří před zakuklením zámotek, ve kterém jsou schopny přezimovat (Galko, 2012; Tkáčová, 2009; Mrkva, 1999).

Podrobný popis jednotlivých instarů housenek (Šefrová, 2002):

- 1. instar: housenka se prokousá do svrchní epidermis listu a po dokončení svého vývoje až do palisádového parenchymu. Housenka je životem uvnitř listu chráněna před vnějšími vlivy. Mina je nejdříve krátká a široká stejně jako tělo housenky, postupně se zvětšuje a rozšiřuje. *Caput* je v tomto stádiu dominantní, tvoří až polovinu těla housenky. *Thorax* a *abdomen* jsou užší než *caput* a zřetelně článkovány, jejich barva je bílá. Na konci tohoto stádia se tělo začíná viditelně rozlišovat na tělní články.
- 2. instar: housenka postupně rozšiřuje svou minu. V tomto a předchozím instaru je největší nebezpečí úhynu. Dominantním článkem stádia je *prothorax* (předohruď). Je viditelná segmentace *thoraxu* a *abdomenu*. Články postrádají laterální sety a jsou stále bíle zbarveny. Od tohoto stádia mohou prosvítat červené Malpigické trubice a zelené zažívací ústrojí.
- 3. instar: dominantním článkem je opět *prothorax*. Články *thoraxu* a *abdomenu* mají již šedou barvu a často nesou jednotlivé sety. V tomto stádiu je nejintenzivnější příjem potravy.
- 4. instar: články *thoraxu* a *abdomenu* jsou laterálně klenuté a se sklerity, jejich barva je nažloutlá. Po stranách článků se někdy vyskytují sety. V tomto instaru je naposledy přijímána potrava.
- 5. instar: snovací ústrojí vzniklo přeměnou ústního ústrojí. Tělo je na příčném řezu podélné. Končetiny *thoraxu* a *abdomenu* jsou vyvinutější, panožky a pošinky jsou opatřeny háčky. V mině se nachází

pouze exuvie předchozích instarů, protože exuvie tohoto instaru se nalézá vně miny. Tělo má šedou barvu.

- 6. instar: tělo je žluté, housenka je chráněna zápletkem oválného tvaru. Probíhá poslední svlékání, exuvie zůstává společně s kuklou v zámotku, časté je její přichycení k zadečku kukly.



Obrázek 4: Larva klíněnky jírovcové

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id6090/?taxonid=45745&type=1>

Vývoj klíněnky jírovcové – kukla

Typ kukly klíněnky jírovcové (Obr. 5) je pupa semilibera (polovolná), speciální typ mumiové kukly, články *abdomenu* jsou částečně pohyblivé a kukla se může přemísťovat v chodbičce či vysouvat v chodbičce. Kukla je dlouhá přibližně 4mm, její zbarvení je červenohnědé. Má zašpičatělý výběžek hlavy, labium (spodní pysk) je kratší než polovina sosáku. Povrch 2. – 4. abdominálního

článku je drsnější s trny, avšak povrch 5. – 8. článku je jemnější. Na 10. článku je připevněna dvojice dorzálních trnitých výběžků. Housenky první generace se kuklí v polovině června. Doba stádia kukly je bez vstupu do diapauzy ve vnějších podmínkách 10 – 20 dní, v laboratorních podmínkách 10 – 15 dní. Dle teploty okolí vstupuje různé množství kukel do diapauzy, tudíž probíhá líhnutí po přezimování. Počet diapausujících jedinců roste v závislosti na zvyšující se generaci. Zápredek vytváří pro kukly ochranu nutnou pro přezimování v rozpadajícím se spadaném listí (Mrkva, 1999; Šefrová, 2002, 2006; Nováková, 2008; Patočka & Turčáni, 2005).



Obrázek 5: Kukla klíněnky jírovcové

<http://www.ecoles.cfwb.be/arldelattre/namo2/HTML/cameraria.htm>

Vývoj klíněnky jírovcové – imago

Imago klíněnky jírovcové (Obr. 6) je dlouhé pouze 0,4 – 0,5 cm, rozpětí jeho křídel se pohybuje v rozmezí 0,6 – 1 cm. *Alae* (křídla) mají odlišná zbarvení. Přední křídla jsou zlatooranžová, na sobě mají bílé příčné proužky, které jsou

na vnější straně lemovány černými klínky. Zadní křídla jsou šedostříbrné s dlouhými třásněmi. *Pedes* (nohy) jsou bílé s tmavě hnědými až černými pruhy. Na *caputu* má klíněnka chomáč chlupů stříbrné barvy, *antennae* (tykadla) jsou nitkovitá, bělošedá s hnědými kroužky. *Thorax* je zlatohnědý, *abdomen* šedavý, tělo štíhlé. Imaga vylétávají během dubna a začátkem května u první generace klíněnky jírovcové, když raší a rozvíjí se listy jírovce. Rojí se nejčastěji dopoledne (největší aktivita mezi 8:30- 12:00 hodin) u spodní části kmene a ve spodních větvích svého hostitele. Aktivní jsou však jedinci kdykoliv během dne. Láká je světlo v noci. Lze je pozorovat na kmenech stromů a dalších svislých tmavých površích. Se zvýšením nadmořské výšky o 100 m, či posun o jeden stupeň severněji se rojení zpožďuje o 3 – 4 dny. Rojení probíhá 2 – 3 týdny. U druhé generace koncem června a v červenci a u třetí v srpnu a v září. Délka života povětšinou nepřekračuje deset dní. Pohlavní dvojtvárnost je u tohoto druhu málo zřetelná, samičky mají oproti samcům zavalitější zadeček (Mrkva, 1999; Galko, 2012; Šefrová, 2002; Tkáčová, 2009; Liška & Modlinger, 2013; Skuhravý, 1998).



Obrázek 6: Imago klíněnky jírovcové

<http://www.wsl.ch/forest/wus/pbmd/cameraria/cameraria.htm>

Jírovec maďal

Jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), (Obr. 7) je nejpreferovanějším hostitelem klíněnky jírovcové. Tento strom je řazen do čeledi *Hippocastanaceae* (jírovcovité), která se od ostatních krytosemenných rostlin třídy dvouděložných liší listy, které jsou dlanitě 5 – 7 četné, jejich květy jsou ve vzpřímených hroznech či latách, plodem je obvykle ostnitá tobolka a následné plody jsou červenohnědé, alespoň 15 mm velké (Kubát et al., 2002). Nejčastějším druhem v České republice z této čeledi je právě jírovec maďal, dále se zde vyskytují jírovec pleťový, jírovec pávie a jírovec žlutý. Jírovec maďal dosahuje výšky 25 metrů, koruna je velmi hustá, její tvar podlouhlý až vejčitý. Jeho větve jsou nejdříve hustě plstnaté a později olysají. Větve jsou poměrně tlusté, spodní větve jsou převislé. Pupy jívrců se odlišují svou lepkavostí, při rašení jsou hnědě vlnaté. Listy jsou vstřícné, dlanitě 5 – 7 četné jako všechny druhy této čeledi. Jednotlivé lístky jsou přisedlé, dlouhé 10 – 25 cm. Jejich okraj je dvojnásobně pilovitý. Květy jsou postaveny v přímých latách, které jsou dlouhé od 20 do 30 cm (Krüssmann, 1978). Kveté v květnu a v červnu na rozhraní první a druhé generace klíněnky. První generace je především ve stádiu imaga, rojí se a kladou vajíčka druhé generace, která je v červnu ve stádiu housenky (Mrkva, 1999). Plodem jsou ostnité tobolky s průměrem 5 až 6 cm. Uvnitř mají 1 až 2 velká semena.



Obrázek 7: Jírovec maďal - znaky

<http://www.from-nature.net/2013/10/23/%D9%82%D8%B3%D8%B7%D9%84-%D8%A7%D9%84%D9%81%D8%B1%D8%B3-aesculus-hippocastanum/>

Ochrana proti klíněnce jírovcové

Kontrola množství klíněnky se většinou neprovádí, avšak byla by možnost v jarním období počítat vajíčka na jednotlivých listech, či využít feromonových pastí ke sledování intenzity rojení u samečků. Identifikaci feromonu, který láká samečky, provedl dr. Svatoš se svým kolektivem v Ústavu organické chemie a biochemie Akademie věd. Tento feromon byl poprvé na světě identifikován a syntetizován právě zde. Byly prováděny pokusy s tímto feromonem, kterými se očekávalo snížení početnosti klíněnky jírovcové. Při prvním pokusu se do feromonových pastí lákali samečci, avšak ani počet 50000 až 90000 jedinců chycených v jedné sezoně nevedl ke zřetelnému snížení abundance. Při druhém pokusu byl vypouštěn feromon ve velkém množství pro zmatení samečků, aby se jim nepodařilo nalézt samičku. Tento pokus byl úspěšný v laboratorním prostředí, v přírodě však nikoliv (Skuhřavý, 2004).

Ochrana proti klíněnkám je možná více způsoby:

1. Mechanická ochrana (shrabování listí)
2. Výsadba klonů (alespoň částečně) resistantních vůči klíněnce
3. Chemická obrana
4. Využití parazitoidů
5. Využití feromonů
6. Integrovaná ochrana

Mechanická ochrana je především preventivní opatření. Kvůli přezimování kukel ve spadaném listí je pomocí shrabání a následné likvidaci opadanky možné početnost klíněnků snížit. Likvidace je prováděna pomocí pálení, kdy je úmrtnost 100%, či kompostováním, kdy je nutné povrch pokrýt vrstvou alespoň 10 cm jiného materiálu, například hlíny, aby dospělci zhynuli díky vysoké teplotě uvnitř. Avšak pomocí této metody není nikdy možné kompletně klíněnkou usmrtit, protože shrabání materiálu, které je provedeno ve správný čas, naposledy možné v zimě, není nikdy bezchybné. Není možné zajistit, aby jednotlivé listy nezůstaly neshrabány, není možné shrabat listí všude kvůli špatnému přístupu k listí (křoví, střechy domů atd.), není povinnost pro majitele soukromých pozemků tento materiál likvidovat. Tímto způsobem lze pouze snížit početnost, protože vždy někde v okolí zůstane nějaké spadané listí s přezimující klíněnkou.

Výsadbou klonů jírovců maďalů, které jsou resistantní vůči klíněnce jírovcové, by byl problém klíněnků v budoucnu vyřešen díky výměně jednotlivých stromů a nových výsadeb pouze těchto jedinců. V letech 2008 až 2012 probíhala práce na projektu: Preventivní ochrana nových výsadeb *Aesculus hippocastanum* s využitím klonu Mertelík06 resistantního ke *Cameraria ohridella*. Odpovědným řešitelem tohoto projektu byl Ing. Josef Mertelík, CSc., projekt probíhal za spolupráce Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví a Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně.

Tento projekt měl více dílčích cílů, první byl naroubovat klon Mertelík06 na podnože *Aesculus hippocastanum* v podmínkách in vitro. Tento klon Mertelík06, který byl patentován, je od roku 2010 registrovaný ÚKZUZ Brno jako kultivar Mertelík. Druhým cílem bylo vypracovat metodiku namnožení in vitro a převést do podmínek ex vitro. Nejlepším obdobím pro založení kultury byl přelom června a července, nejvyšší potenciál byl u stonkových explantátů. Třetím cílem bylo prozkoumat anatomii a morfologii listů Mertelíku a porovnat s listy nerezistentních jedinců. U Mertelíku byla silnější kutikula, vyšší hladina uhlovodíkových látek a průměrná hmotnost listu vztažená na 1 mm² byla rovněž vyšší (Mertelík, 2012). Vyskytují se zde inkluze oxalátu vápenatého, který zřejmě způsobuje problémy larev s trávením, což vede ke stagnaci larev až k úhynu (Park, 2009). Dalším cílem bylo srovnat vybrané látky sekundárního metabolismu získané z listu Mertelíku a znovu srovnat s nerezistentními jedinci. Derivát kyseliny chlorogenové byl častěji zastoupen u Mertelíku až po vylíhnutí larev klíněnky, ale jeho množství bylo poté znatelně vyšší. Oxidací této látky na chlorogenchinon a následnou vazbou na aminokyseliny a proteiny snižuje jejich dostupnost a zhoršuje jejich trávení. Množství diglykozidu kvercetinu s pentózou a hexózou a množství escinu se během vegetační doby také zvyšovalo, tyto látky zřejmě také působí na zvýšení rezistence. Dle tohoto projektu hraje právě escin klíčovou roli v resistenci proti klíněnce, tato látka je produkována až po napadení patogenem či škůdcem, pro larvální stádium hmyzu jsou toxické (Mertelík, 2012). Další projekt na toto téma probíhal v letech 2009 až 2013 s názvem: Uplatnění klonu *Aesculus hippocastanum* M06 rezistentního ke *Cameraria ohridella* jako plodonosných stromů pro nové výsadby jírovců v oborách s intenzivním chovem spárkaté zvěře. Řešitel tohoto projektu byl stejný, spolupráci tvořil pouze Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. Prvním dílčím cílem bylo vybrat vhodné semenné stromy *Aesculus hippocastanum* pro produkci podnoží. Stromy byly hodnoceny z hlediska růstu, vývoje, zdravotního stavu, produkce semen apod., dále dle parametrů růstu a vitality jejich potomstev. Druhým cílem bylo najít efektivní metodu pro vegetativní namnožení Mertelíku. Semenačky byly v oboře nasázeny do oplocenek, vykazovaly 100% ujímavost, tento materiál byl využit

v budoucnu jako podnože. Z roubovacích technik byla úspěšná pouze kopulace ve skleníkových podmínkách, dosahovala úspěšnost 50 – 90 % a byla proto vybrána jako nejvhodnější. Třetím cílem bylo sestavit metodu pro předpěstování vegetativně přemnoženého Mertelíku, optimalizovat metodu výsadby na stanoviště a povýsadbovou péči. Vhodným standartním postupem se ukázalo kontejnerové předpěstování do věku 1 – 4 roky s vysazením na cílové stanoviště do volné půdy. Dalším vhodným postupem se ukázalo předpěstování až do 14 let i možnost přesazení do velkých kontejnerů s následným přesazením do volné půdy. Posledním cílem bylo ověřit, zda byla zachována rezistence k *Cameraria ohridella* u vegetativně namnoženého potomstva Mertelíku na cílových lokalitách a ověřit jeho biologické vlastnosti. Rezistentní chování vykazují roubovanci již 14 vegetačních sezón. Larvy klíněnky jírovce odumírají v raných stádiích prvního a druhého instaru kvůli žíru toxických listových pletiv. Miny tedy nestačí vyrůst do svých typických rozměrů, zastavují se na průměru 1 mm. Pokud nedojde k úhynu, mina změní svůj tvar. Začne býti laločnatá, úzká, či protáhlá s nepravidelně zubatým okrajem. Housenky však většinou hynou již ve třetím instaru. K dokončení vývoje klíněnky dochází pouze výjimečně ve velkých laločnatých minách. Pouze několika larev na rostlině může vytvářet typické kulaté a následně oválné miny a dožít se dospělosti. Rezistentní chování stromy vykazovaly shodné i v odlišných stanovištních a klimatických podmínkách. Poškození stromů klíněnkou u Mertelíku nedosahovalo 50%, u kontrolních stromů se pohybovalo mezi 50 – 100%. Dosažení etapy imag probíhalo u Mertelíku ojediněle u typických min a největších netypických min především na nejmenších nejmladších listech (Mertelík, 2013). Tímto projektem byla umožněna velká produkce semen jírovce v zátěžových podmínkách obory v budoucích letech.

Pro chemickou obranu je nutné využít látku z platného Seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa. V tomto seznamu (Tab. 3) jsou přímo proti klíněnce jírovce uvedeny tyto přípravky:

Tabulka 3: Povolené přípravky proti klíněnce jírovcové

Přípravek	Dávka přípravku v l (kg) na ha (m ³) [koncentrace]	Termín ošetření	Ochranná lhůta	Poznámka	Další metodické pokyny
Decis 15 EW	0,04 %	od hromadného kladení vajíček do líhnutí larev	7	klíněnka jírovcová	maximálně 1x
Decis Mega	0,0125 %	od hromadného kladení vajíček do líhnutí larev	7	klíněnka jírovcová	maximálně 1x
Dimilin 48 SC	0,025 %	od začátku kladení vajíček do začátku líhnutí larev	-	klíněnka jírovcová	ošetření při teplotách nad 15°C
Karate se Zeon technologií 5 CS	0,03 %	od hromadného kladení vajíček do začátku líhnutí larev	7	klíněnka jírovcová	maximálně 0,05 l.ha ⁻¹ ;

http://www.vulhm.cz/index.php?p=seznam_reg_pripstavku&site=default

Decis 15 EW využívá jako účinnou látku insekticid deltamethrin, tento přípravek se užívá i proti savým škůdcům okrasných rostlin, kůrovcům, klikorohu borovému a dalším motýlím škůdcům na listnácích. Tato látka se užívá v 0,04% koncentraci od hromadného kladení vajíček až do líhnutí larev, postřik se provádí maximálně 1x. Účinnou látkou Decis Mega je rovněž deltamethrin, tento přípravek se používá proti dospělým i larvám brouků na borovici, savým škůdcům mimo svilušek na okrasných rostlinách, kůrovcům, dřevokazu čárkovanému, klikorohu borovému a dalším motýlím škůdcům na listnácích. Přípravek se využívá při koncentraci 0,0125% ve stejném období jako přípravek předchozí, také maximálně 1x za rok. Dimilin 48 SC využívá jako účinnou látku insekticid diflubenzuron. Tento prostředek se využívá pouze proti motýlím škůdcům na listnácích. Pracuje se s ním při koncentraci 0,025% v období od počátku kladení vajec po líhnutí larev. Ošetření se provádí pouze při teplotách nad 15°C.

Karate se Zeon technologií 5 CS využívá jako účinnou látku lambda-cyhalothrin. Ničí larvy a dospělé brouky, savé škůdce, kůrovce borové, klikorohy borové, hmyzí skladištní škůdce a motýlí škůdce na listnácích. Tento přípravek je využíván při koncentraci 0,03% v období od hromadného kladení vajec po začátek líhnutí larev. Maximálně se použije 0,05l na 1ha porostu. Dříve se využívaly chemické přípravky na bázi syntetických pyrethroidů, avšak účinnost těchto látek je pouze krátkodobá, při přímém styku s imagy. Nyní jsou aplikovány přípravky na bázi inhibitoru tvorby chitinu (Liška & Modlinger, 2013). Tyto látky neumožňují vytváření chitinu, tudíž se nejsou housenky schopny svlékat ani nevzniká pokožka embryí (Mrkva, 1999). Listy jsou takto chráněny po celé vegetační období, látka pronikne skrz jejich pokožku. Není přílišný rozdíl v úmrťi vajíček, larev a kulek mezi průnikem svrchní a spodní pokožkou listů (Liška & Modlinger, 2013).

Pro integrovanou ochranu vytváří Mráz několik etap:

1. Pečlivé jarní (do 10. dubna) a podzimní shrabávání listů jírovce maďalu s přezimujícími kuklami a následné pálení či kompostování.
2. Kontaktní insekticid je využit pro selektivní postřik kmene do výšky prvních větví po výletu klíněnky ze spadaneho listí, které se zde vyskytují, postřik se provádí 10. a 20. dubna. Nejlepší výsledky byly dosaženy využitím prostředku Karate 2,5 EC. Postřik se provádí pouze na kmenech jírovců maďalů. Tento postřik slouží proti 1. generaci klíněnky jírovcové.
3. Další postřik stejným způsobem provedený 25. června a 10. července, pokud neproběhla fáze 2, či došlo i přes předchozí postřik k masovému výskytu klíněnky. Postřik se provádí i na ostatních stromech v těsné blízkosti jírovců maďalů. Tento postřik slouží proti druhé generaci klíněnky jírovcové.

Tato metoda je ekonomicky nenáročná a ekologické dopady jsou příznivé (Mráz, 1999). Nejsou hubeny plošně i škůdci klíněnky, čili nevymře všechn hmyz na daném stromě po postřiku, ale pouze na kmenech a spodních větvích. Proti třetí generaci k. jírovcové zde není žádná metoda postihu, avšak je již překonána

nesrovnalost cyklů jejich přirozených parazitoidů, kteří jsou již v dostatečné početnosti, předpokládá se tedy jejich přičinění pro přirozené snížení početnosti klíněnky. Strom již byl schopen vytvořit si dostatek asimilátů a poškození v tomto období nebude již mít velký vliv.

Vybrané faktory prostředí

Téměř všude na Zemi lze nalézt živé organismy, od zamrzlých pustin Antarktidy po tropické pralesy, od chladných temných hloubek oceánu po skoro vroucí prameny. Avšak žádný jednotlivý organismus není schopen žít na všech těchto místech. Druhy jsou nejčastěji omezeny malým geografickým areálem a úzkým rozsahem podmínek prostředí. V důsledku limitujícího geografického rozpětí vznikají územní modely globální biodiverzity. Těmto modelům se snaží porozumět moderní věda biogeografie, která zkoumá rozmístění organismů v minulosti a přítomnosti. Hlavní otázkou této vědy je, jak se mění biologická biodiverzita. Zkoumají jednotlivé faktory, které ovlivňují rozmístění organismů na Zemi, kde se dané organismy nalézají a proč se zde nalézají. Studované faktory nadmořská výška, vzdálenost od lesa a množství opadu lze zařadit do faktorů ovlivňující rozmístění klíněnky jírovcové, celá práce lze tedy označit jako biogeografická studie. Někteří biogeografové se svou prací zaměřují na historickou paleontologii, pokouší se o rekonstrukci původu, rozptýlení a vymírání biot. V rámci této práce je také zkoumán původ a rozptyl klíněnky jírovcové. Biogeografie je umělá disciplína, která je závislá na teoriích a datech z ekologie, populační biologie, systematiky, evoluční biologie a vědách o Zemi. Mezi nejčastější metody je zařazeno pozorování spíše než experiment kvůli obrovskému prostoru, který je zkoumán, a velmi dlouhému času, ve kterém by bylo složité experiment provádět a financovat. Tudíž se provádí studium modelů vytvořených porovnáním zeměpisných oblastí, genetiky a dalších charakteristik různých druhů organismů či jiných druhů organismů žijících v různých oblastech. Biogeografie je závislá na sebraných datech velkým počtem lidí na velkých areálech a za dlouhý čas, týká se studování zeměpisných oblastí či druhové kompozici regionálních biot, v našem případě klíněnky jírovcové.

Práce závisí na předchozích terénních pracích mnoha osob, které sbírají a identifikují vzorky, uloží je v muzejních sbírkách a publikují o nich informace ve vědecké literatuře (Lomolino et al., 2006). Pomocí muzejních sbírek bylo umožněno studium původu klíněnký jírovcové. Byl potvrzen výskyt klíněnký jírovcové na Balkáně již před rokem 1879 a zjištěna vyšší genetická variabilita zde. Na Balkáně se objevovalo mnoho haplotypů, avšak pouze haplotyp A, který dříve nebyl příliš častý vyvolal masové rozšíření klíněnký jírovcové (Lees et al., 2011). Posledním podnětem pro vznik moderní biogeografie byla potřeba porozumět a zvládnout dopady lidí na Zemi (Lomolino et al., 2006), například i zavlečení klíněnký jírovcové do celé střední Evropy a následné problémy se snížením estetické funkce jírovců maďalů.

2. Cíle

Hlavním cílem této práce bylo vyhodnotit, jaký a jak silný je vztah početnosti klíněnky jírovcové k jednotlivým environmentálním proměnným:

- nadmořské výšce,
- vzdálenosti od lesa,
- objemu sebraného opadu.

Dalším cílem práce bylo shrnout informace o klíněnce jírovcové, které se vztahovaly k danému tématu. Jednalo se o informace o studovaném druhu, jeho systematickém zařazení, jeho původu, vývoji, nepřítelích, hostitelích a nakonec i o ochraně proti tomuto živočichovi.

3. Metodika

Studovaný druh

Studovaným druhem v této práci je klíněnka jírovcová, *Cameraria ohridella* (Obr. 8), můra, která je minovačem listů jírovce maďalu, *Aesculus hippocastanum*. Rozpětí jejích křídel dosahuje velikosti 6 až 10 mm, délka těla 2,4 až 4 mm (Šefrová, 2002). První její masový výskyt byl zaznamenán v roce 1984 poblíž jezera Ohrid v Makedonii, poté se začala šířit do Evropy. Způsobuje především estetické problémy a ztrátu filtrační funkce ve městech, kde se jírovec maďal vyskytuje ve větších početnostech. Stromy může kompletně defoliovat již v létě. Vytváří dvě až čtyři generace ročně dle klimatických podmínek lokality. Samice kladou 20 až 40 vajíček (Kehrlí & Becher, 2003).



Obrázek 8: *Cameraria ohridella*

<http://www.wmap.cz/opk/mot/motyl/mot222.htm>

Klíněnka jírovcová je v České republice stále ve stavu permanentní gradace, avšak hustota populace osciluje dle povětrnostních vlivů (Liška & Modlinger, 2013). *Cameraria ohridella* má na našem území 2 – 3 generace. Při přemnožení housenek klíněnky jírovcové je způsobena nekrotizace a následný opad listů jírovce maďalu, který je jejím hlavním hostitelem. Avšak napadá i další druhy rodu *Aesculus*, *Aesculus pavia* (jírovec pávie) a *Aesculus x carnea* (jírovec pleťový). V ojedinělých případech napadá klíněnka jírovcová i javory (*Acer*), především *Acer pseudoplatanus* (javor klen), (Gregor et al., 1998). Listy jírovce maďalu nejdříve zhnědnou (Obr. 9), později zčernají a již na počátku či v průběhu léta část, či dokonce většina asimilačního aparátu opadá. Napadení stromu je vždy od spodních větví směrem vzhůru do koruny. Listy nejvíce napadených stromů zasychají od konce července, během srpna se krotí a opadávají (Liška, 1999).



Obrázek 9: Jírovec maďal napadený klíněnkou jírovcovou

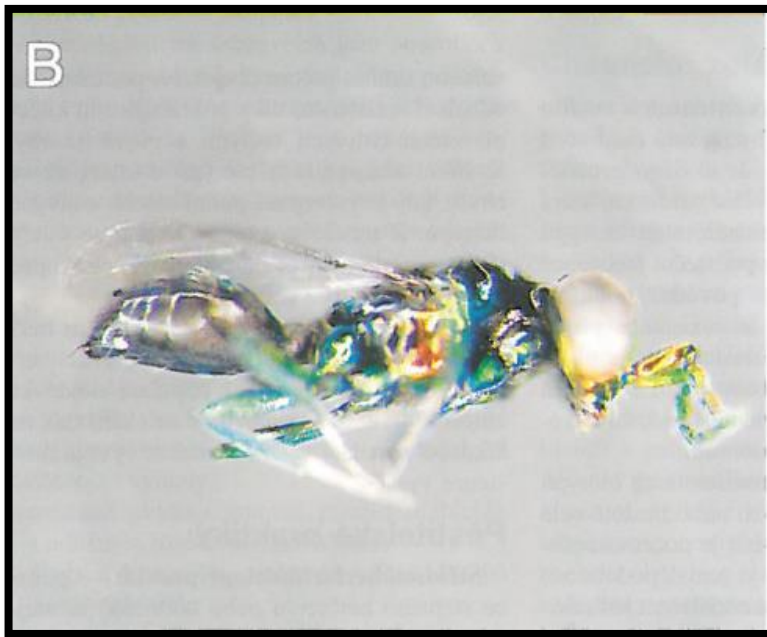
Na klíněnkou jírovcovou je vázáno až přes 30 druhů parazitoidů (Skuhravý, 2004). Tito parazitoidi jsou vnější i vnitřní, avšak všechny druhy jsou polyfágní, často zjišťované na ostatních druzích klíněnek v České republice. Parazitace klíněnkou je většinou uváděna do 5%, což je oproti ostatním minovačům velice málo. Možnost vyššího napadení by vznikla při adaptaci některého domácího parazitoida, který byl doposud orientován na některý jiný druh, což pravděpodobně již nenastane, protože po dobu 20 let se žádný parazitoid, který by výrazně ovlivnil densitu klíněnkou, neobjevil. Další možností by bylo zavlečení parazitoida z původního areálu klíněnkou jírovcové, jenže ten bohužel ještě nebyl přesně zjištěn (Mrkva, 1999). Nováková (2008) studovala výskyt parazitoidů klíněnkou jírovcové v České republice v roce 2001 v rámci 10 krajů. Mezi jednotlivými kraji i v rámci lokalit uvnitř krajů byl velmi rozdílný výskyt parazitoidů. Na největším počtu lokalit byl dominantním *Pnigalio agraulis*, často byl dominantním druhem i *Minotetrastichus frontalis*, dále se vyskytovali i *Cirrospilus viricola*, *Closterocerus trifasciatus*, *Pediobius saulius*, *Pnigalio pectinicornis*, *Pteromalus semotus*, *Sympiesis sericeicornis* a další druhy z rodu *Pnigalio*. Průměrná míra parazitace byla zjištěna 6%, kdy nejvyšší byla v kraji Karlovarském s průměrem 10,9%. Naopak nízká byla zjištěna v Ústeckém, Libereckém a Zlínském kraji s průměrem v rozmezí 1,7-3,7%. Nejvíce druhů chalcidek bylo nalezeno v Jihomoravském kraji (6 druhů), v Královohradeckém kraji byl nalezen pouze jediný druh chalcidek (Nováková, 2008). Výzkum Akademie věd České republiky a Laboratoře ochrany rostlin v Olešné za podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy probíhal v letech 2006 – 2008 na šesti lokalitách České republiky. Z každé lokality bylo sebráno 500 min na počátku líhnutí druhé generace klíněnkou. Bylo získáno 9 druhů parazitoidů: *Chrysocharis* sp., *Cirrospilus vittatus*, *Closterocerus trifasciatus*, *Eupelmus urozonus*, *Itopectis alternans*, *Minotetrastichus frontalis*, *Pediobius saulius*, *Pnigalio agraulis* a *Scambus annulatus*. Během let výzkumu výrazně stoupala početnost parazitoida *Pediobius saulius*, v roce 2006 tvořil 29% z celkového počtu parazitoidů, v roce 2007 již 63% a následující rok dokonce 67%

z celkového počtu. Tento druh pochází z jižní a jihovýchodní Evropy, pravděpodobně z prvotního místa rozšíření klíněnký v Evropě. Je endoparazitem klíněnký a napadá především její kukly. Naopak postupně klesala početnost *Minotetrastichus frontalis*, jehož početnost byla při výzkumu Novákové druhá nejvyšší v roce 2001, dle tohoto výzkumu v roce 2006 dominoval s 48%, v roce 2007 klesla početnost na 27% z celkového počtu a v roce 2008 dokonce poklesla až na 10% z celkového počtu parazitoidů. Stupeň parazitace se v tomto výzkumu pohybovala v rozmezí 1 – 20%, nejčastěji mezi 7 – 10%, (Volter et al., 2009) čili o něco vyšší než ve studii Novákové.



Obrázek 10: *Pedioobius saulius* samice

Rostlinolékař 6/2009-Parazitoidy-přirození nepřítel klíněnký jírovcové, Volter et al. (2009)



Obrázek 11: *Pedobius saulius* samec

Rostlinolékař 6/2009-Parazitoidy-přirození nepřítelů klíněnky jírovcové, Volter et al. (2009)

Tento druh se značí mřížkovaným *thoraxem*, mřížka je podélně protažená na *mesoscutu* a štítku. Shora je viditelný límec na *pronotu*. *Thorax* samic je tmavě kovově modrý (Obr. 10), u samců je tyrkysový či zelenomodrý (Obr. 11), *abdomen* je u samic tmavší než *thorax*. Stehna a holeně jsou kovově modré, tarsální články světlé (Nováková, 2008).



Obrázek 12: *Minotetrastichus frontalis* samec

Rostlinolékař 6/2009-Parazitoidy-přirození nepřátelé klíněnky jírovcové, Volter et al.



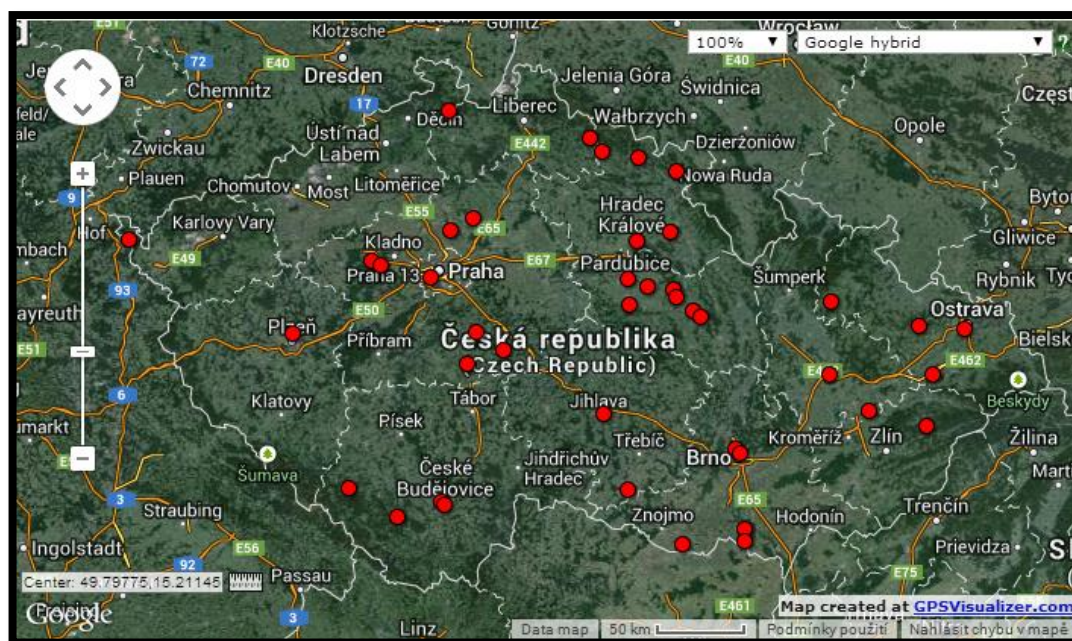
Obrázek 13: *Minotetrastichus frontalis* samice

Rostlinolékař 6/2009-Parazitoidy-přirození nepřátelé klíněnky jírovcové, Volter et al.

Poznávací znaky tohoto druhu jsou: *thorax* tmavě kovově zelený bez středové rýhy, se 2 podélnými rýhami na štítku. *Caput* celý žlutý, či alespoň podél obličejových švů. Nohy jsou žluté až na poslední tarsální článek, který je nahnědlý. U samic je přední část *abdomenu* žlutá a zadní tmavá (Obr. 13), *abdomen* samců je v barvě *thoraxu* kromě žluté oválné skvrny v přední části, *antennae* u samců jsou opatřeny dlouhými sety (Obr. 12), (Nováková, 2008).

Studované plochy

Opad pod jednotlivými jedinci jírovce maďalu byl sbírán na 42 lokalitách. Lokality se nacházejí v České republice, jsou nerovnoměrně rozmístěny dle možností sběračů opadu. Sběr probíhal na jaře roku 2014, V předešlém roce (2013) vývoje klíněnky byla průměrná roční teplota na území ČR 7,9°C, odchylka od normálu, který je vypočítán z průměru let 1961 až 1990, je 0,4°C, tato odchylka je od roku 2001 nejmenší. Úhrn srážek pro tuto republiku a tento rok byl 727 mm, což je 108% úhrn srážek normálu z let 1961-1990, nejvíce od roku 2010 (ČHMÚ, 2013).



Obrázek 14: Mapa rozmístění lokalit

Červené body na mapě (Obr. 14) značí lokality (Tab. 3), na kterých byl sbírán opad jírovců maďalů. Lokalit je 42 a nerovnoměrně pokrývají Českou republiku. Mapa je vytvořena pomocí [www. gpsvisualizer.com](http://www.gpsvisualizer.com) s podkladovou mapou z Google.

Tabulka 4: Seznam lokalit

Číslo lokality	Lokalita	Kraj	Okres
1	Aš	Karlovarský	Cheb
2	Benešov	Středočeský	Benešov
3	Brno-Arboretum MENDELU	Jihomoravský	Brno-město
4	Brno-Medlánky	Jihomoravský	Brno-město
5	České Budějovice-Čtyři Dvory	Jihočeský	České Budějovice
6	České Budějovice-DDM	Jihočeský	České Budějovice
7	Helenín	Vysočina	Jihlava
8	Hradec Králové	Královéhradecký	Hradec Králové
9	Košátky	Středočeský	Mladá Boleslav
10	Ktiš	Jihočeský	Prachatice
11	Lány	Středočeský	Kladno
12	Líšná	Olomoucký	Přerov
13	Litomyšl	Pardubický	Svitavy
14	Mikulov	Jihomoravský	Břeclav
15	Mladé Buky	Královéhradecký	Trutnov
16	Mlýny	Ústecký	Děčín
17	Moravany	Pardubický	Pardubice
18	Moravské Budějovice	Vysočina	Třebíč
19	Nedošín	Pardubický	Svitavy
20	Neratovice	Středočeský	Mělník
21	Nový Jičín	Moravskoslezský	Nový Jičín
22	Olomouc	Olomoucký	Olomouc
23	Opočno	Královéhradecký	Rychnov nad Kněžnou
24	Ostrava	Moravskoslezský	Ostrava-město
25	Pardubice	Pardubický	Pardubice
26	Plzeň	Plzeňský	Plzeň-město
27	Praha 5	Hlavní město Praha	Hlavní město Praha
28	Rýmařov	Moravskoslezský	Bruntál
29	Skřípov	Moravskoslezský	Opava
30	Slatiňany	Pardubický	Chrudim
31	Slup	Jihomoravský	Znojmo
32	Soutěska	Jihomoravský	Břeclav
33	Stárkov	Královéhradecký	Náchod
34	Vimperk	Jihočeský	Prachatice
35	Vítkovice	Liberecký	Semily
36	Vlašim	Středočeský	Benešov
37	Votice	Středočeský	Benešov
38	Vrchlabí	Královéhradecký	Trutnov
39	Vsetín	Zlínský	Vsetín
40	Vysoké Mýto	Pardubický	Ústí nad Orlicí
41	Zámorsk	Pardubický	Ústí nad Orlicí
42	Žilina	Středočeský	Kladno

Metoda sběru a líhnutí

Byl zkoumán počet vylíhlých jedinců z opadu jírovce maďalu ve fotoeklektorech (Obr. 15) z jednotlivých lokalit a závislost množství jedinců na nadmořské výšce lokality, objemu sebraného opadu jírovce maďalu a vzdálenosti lokality od lesa. Hrabanka jírovce maďalu byla sbírána z povrchu pod korunami stromů o ploše 1m². Avšak na některých lokalitách docházelo k ochraně před klíněnkou pomocí sběru opadu, zde byl opad minimální, i díky určení sběru z 1 m² byl objem opadu z jednotlivých lokalit různý. Stromy byly vybírány, aby nemohla být hrabanka kontaminována listy jiných druhů stromů a keřů. Vzorky byly sesbírány na jaře roku 2014. Byly vloženy do papírových pytlů a odeslány do laboratoře. V laboratoři byly vzorky z jednotlivých lokalit vloženy zvlášť do jednotlivých fotoeklektorů, na kterých bylo zaznamenáno místo sběru. Fotoeklektory se nacházely v laboratorních podmínkách odpovídajících zhruba venkovním teplotám. Každý den byly fotoeklektory kontrolovány a klíněnky denně odebírány. U každého fotoeklektoru byl sečten celkový počet vylíhlých klíněnek.



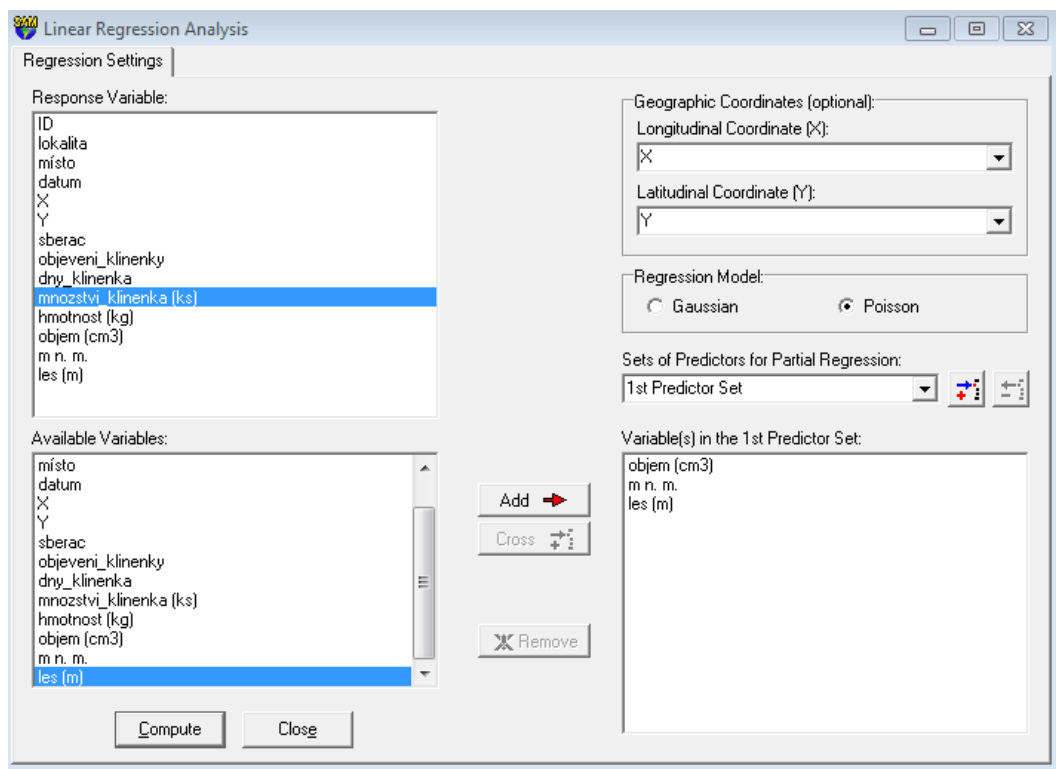
Obrázek 15: Použitý typ eklektoru

Studované proměnné

V práci byly sledovány čtyři druhy proměnných, které byly zjišťovány na všech 42 zkoumaných lokalitách. Závislá proměnná byla počet vylíhlých jedinců klíněnek, zjišťovaný sčítáním jedinců vylíhlých v eklektorech. Nezávislé proměnné byly nadmořská výška, objem opadu a vzdálenost od lesa. Nadmořská výška byla udána pomocí internetových stránek www.gpsvisualizer.com, objem opadu spočítán dle zaplnění eklektoru, vzdálenost od lesa byla změřena pomocí internetových stránek www.mapy.cz pomocí funkce měření vzdálenosti. Za les byl považován souvislý stromový porost větší než 1 hektar.

Statistické analýzy

Pro statistické vyhodnocení byl využit program Spatial Analysis in Macroecology (dále SAM). Pomocí něj byly spočítány základní statistické hodnoty pomocí funkce Basic statistics (která se nachází na záložce Data) jako je minimum, maximum, průměr, standartní chyba průměru pro každou studovanou proměnnou a celkový počet pro množství vylíhlých klínek a objem opadu. Pomocí modelování tímto programem a funkce Linear regression analysis na záložce Modeling byly sestaveny zobecněné lineární modely. Byly navoleny závislé a nezávislé proměnné a zjištěny jednotlivé veličiny jako je variabilita dat (procentická hodnota, která určuje, jak moc je závislá veličina ovlivněna nezávislými), dále VIF (hodnota, díky které můžeme při její nižší hodnotě než 2 vyloučit efekt multikolinearity), dále p hodnotu (ověřuje, zda je působení veličiny statisticky průkazné), naposledy z hodnotu (určuje, zda nezávislá veličina působí na závislou kladně či záporně).



Obrázek 16: Zadání modelování v programu SAM

Pomocí programu SAM byly vytvořeny zobecněné lineární modely, byly zadány závislé proměnné (Response Variable) množství vylíhlých klíněnek zadaná v kusech, za nezávislé proměnné (Available Variables) byly navoleny objem sebraného opadu v cm^3 , nadmořská výška lokality vyjádřená v m n. m. a vzdálenost lokality od lesa v metrech. Byl zvolen Poissonův regresní model, protože histogram líhnutí klíněnek jírovcové měl levostranné rozdělení, vyšší četnosti byly pozorovány při nižším množství klíněnek (Obr. 16).

4. Výsledky

Celkem se ve fotoeklektorech ze všech míst vylíhlo 20213 jedinců klíněnký jírovcové. Průměrný počet vylíhlých klíněnek na jednu lokalitu je 481 kusů se standartní chybou průměru 71 kusů.

Jediným místem, kde se žádná klíněnka nevyskytovala, byl Rýmařov, vysvětlením může být vysoká nadmořská výška 600 m n. m., tato lokalita je pátá nejvýše položená ze všech zkoumaných, dále malý objem sebraného opadu (14 cm^3), což bylo třetí nejmenší množství. Souhra těchto dvou faktorů, které negativně ovlivňují množství vylíhlé klíněnký, zřejmě způsobila její absenci. Maximum vylíhlých klíněnek bylo 2057 kusů v Líšné, je zde nízká nadmořská výška 233 m n. m., devátá nejnižší naměřená hodnota, a čtrnáctý největší objem sebraného opadu 44 cm^3 . Lokality, kde se vyskytovalo více než 1000 klíněnek v opadu byly Vlašim s 1029 jedinci, lokalita se nachází v lese, dále v Českých Budějovicích s 1032 exempláři, místo ze kterého bylo sebráno nejvíce opadu, tudíž bylo očekáváno větší množství klíněnký, dále Praha 5 s 1051 jedinci, kde je dvanáctá nejnižší nadmořská výška a osmá nejnižší vzdálenost k lesu, dále Mlýny s 1124 kusy, kde je sedmá nejnižší vzdálenost k lesu, dále Skřípov s 1215 exempláři se šestým nejvyšším objemem sebrané hrabanky a pátou nejbližší vzdáleností k lesu, dále Vsetín, kde byl nalezen druhý největší výskyt klíněnký s 1343 kusy, s devátým nejvyšším objemem sebraného opadu a desátou nejnižší vzdáleností od lesa. Histogram vylíhlých klíněnek (Graf 1) se blíží levostrannému rozdělení, nejvyšší četnosti se nachází více u menších počtů vylíhlých klíněnek, je to tedy důvod proč bylo použito Poissonovo rozdělení (viz Metodika).

Objem sbíraného opadu se na lokalitách lišil od 5 do 90 cm^3 , průměrný objem na jednu lokalitu je 36 cm^3 s poměrně malou standartní chybou průměru 2 cm^3 . Objem se liší kvůli různě velkému množství opadu pod jednotlivými stromy. Sběr probíhal v různé nadmořské výšce od 168 m n. m. do 759 m n. m., nejnižše položená lokalita jsou Košátky, kde by se kvůli vhodným podmínkám dalo počítat s vysokým množstvím klíněnký, byl jejich počet spíše podprůměrný a to pouze 335 jedinců. Nejvýše položenou lokalitou je Ktiš, kde byl kvůli vysoké

nadmořské výšce i nízký počet klíněnků, pouze šest kusů, což je třetí nejnižší výskyt tohoto hmyzu. Průměrná nadmořská výška je 375 m n. m.

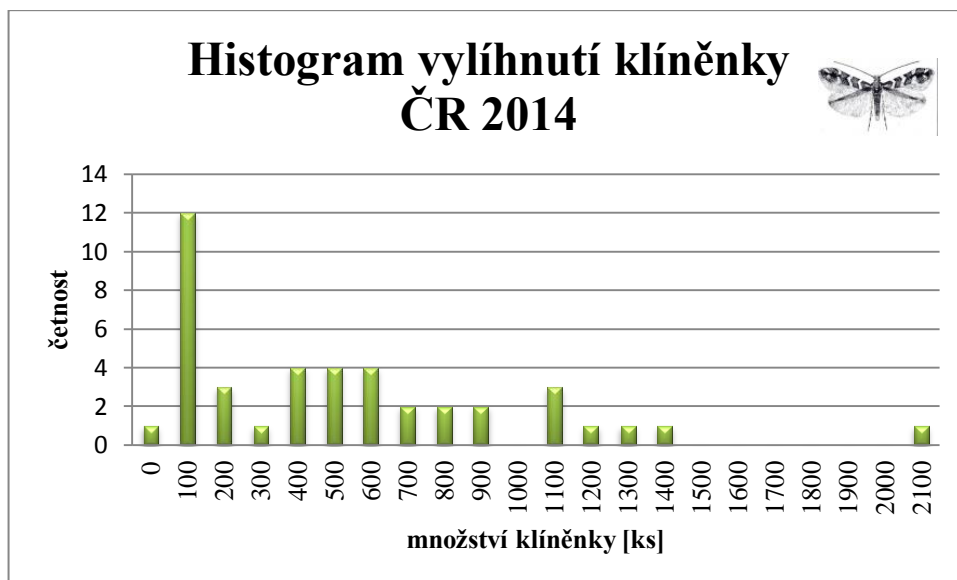
Další zjišťovanou veličinou na jednotlivých lokalitách byla vzdálenost od lesa, která se pohybovala od 0 m do 3 296 m, stromy v lese byly ve Vlašimi, Neratovicích a Soutěsce, množství klíněnků zde bylo větší než 600 kusů, tedy v rámci 14 nejvyšších výskytů. Největší vzdálenost od lesa byla v Českých Budějovicích, kde byl vysoký počet klíněnků 1032 kusů. Průměrná vzdálenost od lesa je 679 m se standartní chybou průměru 133 m.

Tabulka 5: Základní statistické hodnoty

	minimum	maximum	průměr	standartní chyba průměru	celkový počet
počet klíněnek (ks)	0	2057	481.262	70.711	20213
objem opadu (cm³)	5	90	36.393	2.456	1528.5
nadmořská výška (m n. m.)	167.7	758.7	374.519	22.811	
vzdálenost od lesa (m)	0	3296	678.738	132.601	

V tabulce (Tab. 4) jsou pomocí programu SAM zjištěny základní statistické hodnoty jako je minimum, maximum, průměr, standartní chyba průměru a celkový počet, který je vypočítán jen u veličin, u kterých měl smysl. Zkoumané veličiny zjišťované na jednotlivých lokalitách byl počet vylíhlých klíněnek vyjádřený v kusech, objem sbíraného opadu uveřejněný v cm³, nadmořská výška u paty stromu, od kterého byl opad sbírán, zapsaných pomocí metrů nad mořem, dále vzdálenost lokality od lesa pomocí metrů.

Graf 1: Histogram klíněny



V histogramu líhnutí klíněny (Graf 1) je závislost četnosti a jednotlivých množství klíněny v kusech. Jsou zde znatelné vyšší četnosti při menším množství kusů klíněny, nejvyšší četnost 13 je při počtu kusů od 1 do 100 klíněnek. Dále se četnosti povětšinou snižují, nejvyšší počet klíněny od 2001 do 2100 je zastoupen s četností 1, tedy na jedné lokalitě, další nejvyšší počet je až při 1301 až 1400 kusů, který je také na jedné lokalitě, čili s četností 1. Histogram vykazuje levostranné rozdělení.

Při modelování zobecněnými lineárními modely pro závislou proměnnou počet vylíhlých klíněnek a nezávislé proměnné nadmořskou výšku, vzdálenost od lesa a objem opadu byla variabilita dat 13,2%. . Hodnota VIF je u nadmořské výšky 1,073, u vzdálenosti od lesa 1,112 a objemu opadu 1,04. Hodnota VIF je tedy nižší než 2 a vylučuje tudíž efekt multikolinearity. P hodnota je u všech proměnných nižší než 0,001 a je tedy možné proměnné použít díky jejich statistické průkaznosti. Z hodnota je u nadmořské výšky i vzdálenosti od lesa záporná a u objemu je kladná. Nadmořská výška a vzdálenost od lesa ovlivňuje počet vylíhlých klíněnek negativně, čili s rostoucí nadmořskou výškou a vzdáleností od lesa klesá počet vylíhlých klíněnek. Objem sebraného opadu tedy pozitivně působí na množství vylíhlých klíněnek. Je logické, že s vyšším

objemem sebraného opadu roste i počet klíněnek, s vyšším životním prostorem se i zvyšuje počet kusů.

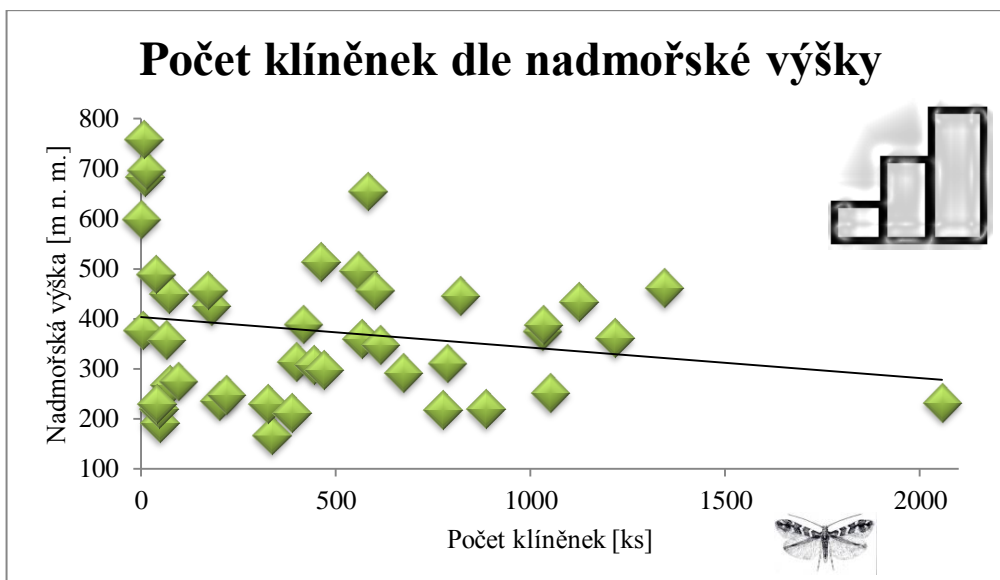
Tabulka 6: Modelování se třemi nezávislými proměnnými pro počet klíněnek, ČR, 2014

$r^2 = 13.2\%$	VIF	p hodnota	z hodnota
nadmořská výška	1.073	<0.001	-28.893
vzdálenost od lesa	1.112	<0.001	-22.506
objem opadu	1.04	<0.001	43.277

Tabulka (Tab. 5) popisuje výsledky zobecněného lineárního modelování, které byly získány pomocí programu SAM. Jsou zde hodnoty VIF, p hodnota a z hodnota pro jednotlivé nezávislé proměnné, které jsou nadmořská výška, vzdálenost od lesa a objem opadu. Dále je zjištěna variabilita dat (r^2). Nejvyšší absolutní z hodnota je u objemu opadu, tato veličina tedy nejvíce ovlivňuje množství vylíhlých klíněnek.

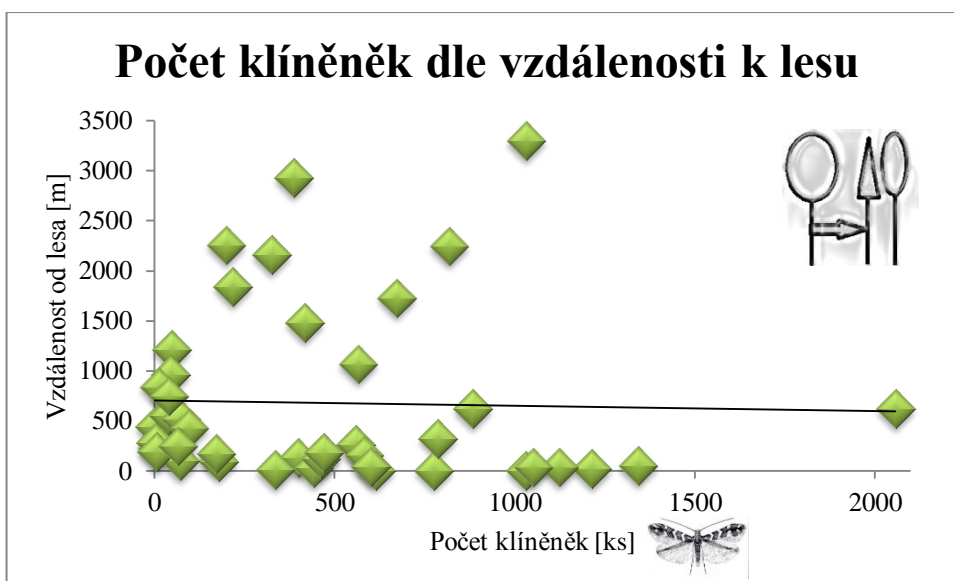
Lineární trend závislosti počtu vylíhlých se klíněnek na nadmořské výšce (Graf 2) vykazuje klesající charakter. Tudíž dokazuje, že v nižší nadmořské výšce se nacházelo více vylíhlých klíněnek a se stoupající nadmořskou výškou se počet postupně snižoval.

Graf 2: Počet vylíhlých klíněnek dle nadmořské výšky



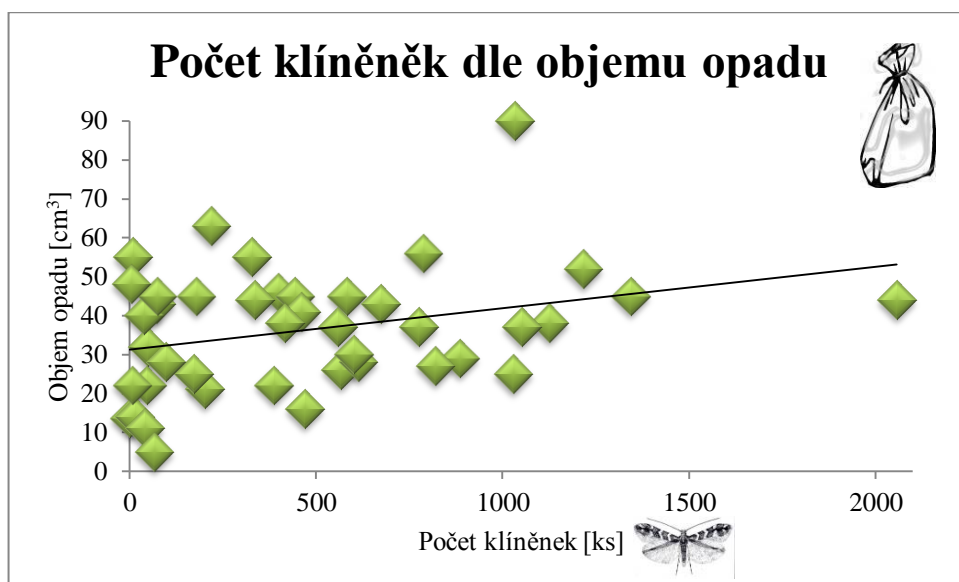
Lineární trend je klesající i u vztahu počet klíněnek a vzdálenosti lokality od lesa (Graf 3). Pokles je však pouze mírný. Dokazuje však, že blíže k lesu je počet klíněnek na lokalitě větší a s rostoucí vzdáleností místa od lesa klesá počet klíněnek.

Graf 3: Počet vylíhlých klíněnek dle vzdálenosti od lesa



Pomocí lineárního trendu u závislosti počtu vylíhlých klíněnek na objemu sebraného opadu (Graf 4) je poukázáno, že se počet klíněnek zvyšuje s vyšším objemem opadu. Kvůli různým podmínkám na jednotlivých lokalitách ohledně ponechaného množství opadu jírovce maďalu nebyl sbíraný objem opadu jednotný. Čím je plocha listů opadu větší, tím je logicky i větší možnost osídlení dalšími kusy klíněnky. Množství sbíraného opadu hrálo při modelování zobecněnými lineárními modely zásadní roli.

Graf 4: Počet vylíhlých klíněnek dle objemu opadu



5. Diskuze

Celkový počet vylíhlých klíněnek byl 20213 jedinců. Na jednu lokalitu spadá průměrně 481 klíněnek. Dle práce Novákové byl průměrný počet vylíhlých klíněnek v roce 2001 438 jedinců, v roce 2002 488 jedinců, v roce 2003 630 jedinců, v roce 2004 677 jedinců a v roce 2005 716 jedinců. (Nováková, 2008) Z údajů Novákové je znatelný nárůst populace klíněanky do roku 2005, avšak data pocházely pouze ze třech lokalit v Pardubickém kraji-Banín, Litomyšl-Vodní Valy a Litomyšl-Olivětínská hora. Výsledky této studie líhnutí v roce 2014 mají z Pardubického kraje průměr na lokalitu 352 jedinců. Porovnáním těchto údajů je znatelný pokles početnosti klíněanky v tomto kraji na pouhou polovinu. Což dokazuje, že je klíněanky na této lokalitě méně. Avšak tyto počty mohl ovlivnit i efekt sezonality, například výkyv klimatu.

Vysoké množství dlouhotrvajících ohnisek klíněanky jírovcové v Evropě je způsobeno vysokou fertilitou, vyšším počtem generací za rok a nízkým počtem přirozených nepřátel včetně parazitoidů (Giradoz et al., 2007). Pomocí vyvinutého stratifikovaného modelu disperze lze předvídat změny v distribuci a rychlosti šíření klíněanky jírovcové na velké vzdálenosti dle životních podmínek v jednotlivých státech (Gilbert et al., 2005). První výskyt v České republice byl v roce 1993 (Šefrová & Laštůvka, 2005). K detekci tohoto druhu lze použít monitorovací systém pro samce klíněanky jírovcové, který používá jako návnadu syntetický feromon, systém se užívá pro zjištění hustot či k odhalení výskytu škůdce na hranicích výskytu. Systém byl zkoumán i v České republice (Kindl et al., 2002). Od té doby se napadení klíněankou stalo velkým problémem pro hostitelskou dřevinu. Jírovec mařal se vyskytuje především ve městech, kde klíněanka jírovcová způsobuje hlavně estetické problémy. Do počátku tvorby semen ztrácí napadený strom klíněankami energii od 0 do 15 %, dospělý jírovec mařal má tudíž dostatek energie pro rozevření pupenů, obrůstání listy a rozrůstání se. Avšak od pozdního června do pozdního září jsou energetické ztráty od 16 do 98%. Klíněanka má vliv na snižování váhy semen (snížení na 90,5%), klíčivosti (snížení na 47,6%) a vitality semen (snížení na 35,2%), (Percival et al., 2011). Opad listů již v létě znemožňuje jírovcům snižování prašnosti a činnost fotosyntézy. Dřívějším opadem vzniká nepořádek ve městech i mimo podzimní

období. Proti těmto problémům je možnost nahradit jírovce v ulicích jinými druhy stromů, avšak takovéto řešení by bylo příliš nákladné v případě větších počtů stromů, chemická obrana je ve městech méně vhodná, avšak místy již byla použita. Pomocí výzkumu byl zhodnocen dopad jednotlivých insekticidů. Jejich účinnost se zvyšovala při častějším postřiku. Nejvyšší stupeň ochrany poskytovaly insekticid deltamethrin a regulátor růstu hmyzu diflubenzuron, dále účinnost postupně klesala od oxidu křemičitého, algináto/polysacharidové sloučeniny, organické rostlinné extrakty po stříkaný olej (Percival et al., 2012). Data výzkumu dokazují, že diflubenzuron má dlouhodobou účinnost. Po více než 4 měsících po aplikaci diflubenzuronu zůstávalo na listech v průměru 38% (Nejmanová et al., 2006). Počty jedinců jsou na našem území stále vysoké, jsou ve stavu permanentní gradace (Liška & Modlinger, 2013). Například, dle Zelené zprávy za rok 2013 byli defoliátoři listnatých dřevin na necelých 300 ha, čili téměř nejnižší hodnota za posledních 10 let. Nicméně v této práci dosažený průměrný počet 481 jedinců sběr na lokalitu vykazuje spíše vysokou populační hustotu druhu.

Avšak ve východních Čechách byl nalezen jírovec maďal HZR 1357, který je vysoce odolný vůči klíněnce jírovcové, miny na listech jsou malé, úzké a protáhlé s nepravidelným okrajem. Larvy klíněnky na těchto stromech předčasně odumírají. Po naroubování jírovce HZR 1357 na podnož jiného jírovce maďalu vznikají na polovině stromů tyto atypické miny a na druhé polovině larvy atypické i typické (Mertlík et al., 2004). Použitím jírovce maďalu HZR 1357 lze dosáhnout menšího poškození klíněnkami. Z klonového materiálu HZR 1357 byl postupně vytvořen kultivar Mertelík (Vyhnánek et al., 2013). Tento kultivar byl zkoumán v podmínkách obory Moravský Krumlov pro případné budoucí využití. Poškození u Mertelíka nedosahovalo ani polovičního napadení v porovnání s ostatními jírovci maďaly v této lokalitě (Mertelík et al., 2012).

Lokality, kde se vyskytovalo více než 1000 klíněnek v opadu (Tab. 6) byly Vlašim s 1029 jedinci, lokalita se nachází v lese, tudíž lze zde předpokládat větší množství klíněnky, což se potvrdilo i ve výsledcích. Dále to byly České Budějovice s 1032 exempláři. Šlo o místo, ze kterého bylo sebráno nejvíce opadu,

tudíž bylo možné očekávat větší množství klíněnky. Hlavně vzhledem k větší potenciální listové ploše, což se i ve výsledcích potvrdilo. Ve vzorku z Prahy 5 se vylíhlo 1051 jedinců. Nicméně tato lokalita se nevyznačovala žádnou extrémní hodnotou z pohledu studovaných proměnných. Vyšší hodnota byla zřejmě způsobena kombinací nižší nadmořské výšky a ne příliš velkou vzdáleností k lesu. Dále Mlýny s 1124 kusy Kde sedmá nejnižší vzdálenost k lesu má zřejmě vliv na vysokou početnost klíněnky. Lokalita se nachází v Národním parku České Švýcarsko, kde je lesnatá krajina. Dále Skřípov s 1215 exempláři. Zde vysoké množství tohoto hmyzu zřejmě ovlivnil šestý nejvyšší objem sebrané hrabanky a pátá nejbližší vzdálenost k lesu. Dále Vsetín, kde byl nalezen druhý největší výskyt klíněnky po lokalitě Líšná s 1343 kusy. Vysoké množství lze zde očekávat díky devátému nejvyššímu objemem sebraného opadu a desátou nejnižší vzdáleností od lesa. Na lokalitě Líšná byl nejvyšší počet klíněnky 2057 jedinců. Avšak lokalita se nacházela ve velké vzdálenosti od lesa, čili zde nebylo pro klíněnku optimální prostředí lesního charakteru. Ale nejzásadnější byla nejspíše souhra faktorů nižší nadmořské výšky a většího objemu opadu.

Tabulka 7: Lokality s vysokým počtem klíněnek s odůvodněním

Počet klíněnek	Lokalita	Důvody vysokého počtu klíněnky
2057	Líšná	nižší nadmořská výška, větší množství opadu
1343	Vsetín	větší množství opadu, nižší vzdálenost od lesa
1215	Skřípov	větší množství opadu, nižší vzdálenost od lesa
1124	Mlýny	nižší vzdálenost od lesa
1051	Praha 5	nižší nadmořská výška, nižší vzdálenost od lesa
1032	České Budějovice	větší množství opadu
1021	Vlašim	lokalita v lese

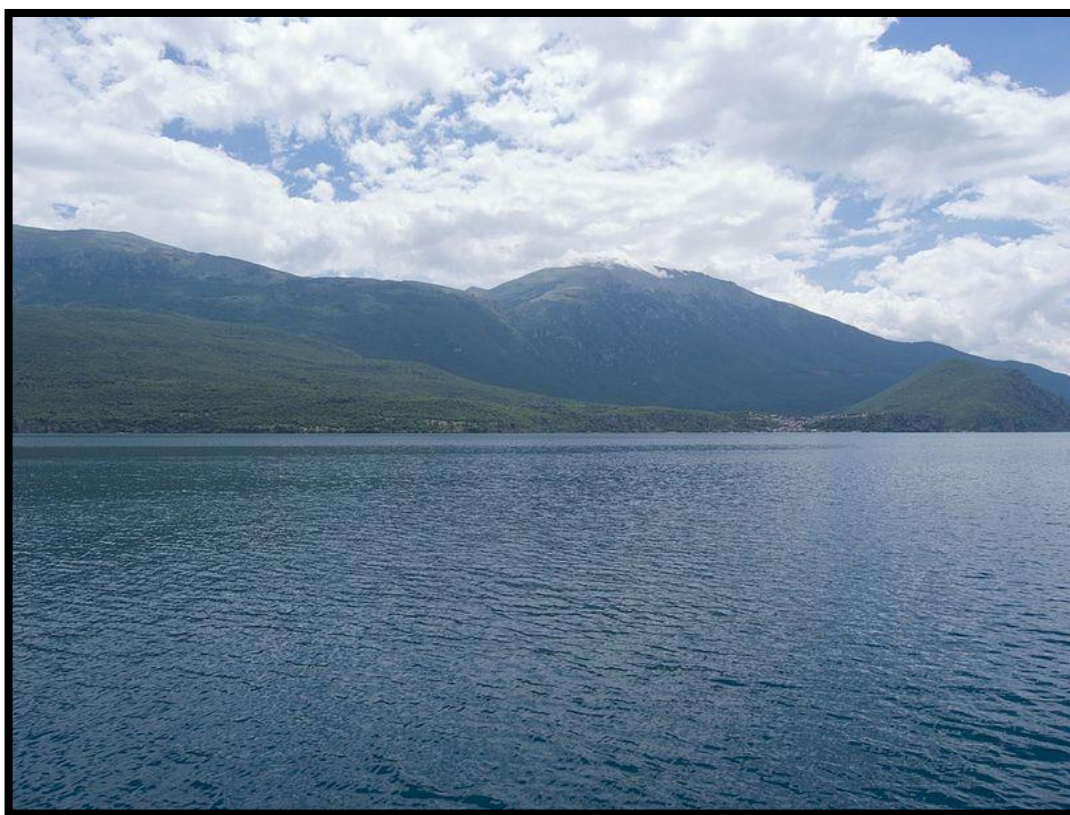
Vzdálenost od lesa

Poměrně zajímavé je, že největší vzdálenost od lesa byla v Českých Budějovicích, kde byl vysoký počet klíněnky 1032 kusů zřejmě ovlivněn největším sesbíraným množstvím opadu. Studie Baraniaka et al. (2004) zjišťovala efekt vzdáleností jednotlivých stromů jírovců na množství klíněnek, korelace byla nalezena pouze u třetí generace klíněnky. Čím vyšší byla vzdálenost stromů, tím nižší byl počet klíněnky, avšak v naší studii byly aleje jírovců na lokalitě Benešov a Žilina a počty 65 a 179 jedinců jsou spíše podprůměrné. Vzdálenosti jednotlivých jírovců maďalů jsou důležité z hlediska jejich šíření. Z jednoho stromu se klíněnka postupně šíří dále. Ve městech může způsobovat tzv. efekt source-sink (Gilbert et al., 2003). Z lokality, kde je klíněnky mnoho a byla zde dosažena maximální kapacita (source), migrují klíněnky do míst, kde je ještě dostatek životního prostoru (sink). Vliv vzdálenosti lokality od lesa je zřejmě ovlivněn i menším odklizením hrabanky jírovců v lese, ve středech měst vzdálených od lesa je sběr opadu téměř samozřejmostí, avšak čím blíže se lokalita nachází blíže lesu, či okraji měst je zde častěji opad ponecháván. Sběr opadu byl hodnocen z hlediska času ve studii Kerhrlí & Bacher (2003). Provádění brzkého sběru (10. ledna), či pozdního sběru (28. února) nemělo na výsledný počet vylíhlých klíněnek vliv. Avšak v porovnání s lokalitami bez sběru opadu se na místech se sběrem opadu příští rok objevilo minimum klíněnek, na místech bez sběru se objevil znovu vysoký stupeň napadení. Pokrytí kompostovaných hromad opadu jírovce maďalu zeminou redukuje výskyt *Cameraria ohridella* o 96%, pokryv zabrání klíněnce vylézt z opadu. Typ pokryvu nemá příliš velký dopad na množství přeživších jedinců, lze použít posekaná tráva, mrtvý rostlinný materiál, či zahradnický odpad a organický odpad z domácností. Avšak 4% stále přežívají, tyto jedince je možné zlikvidovat pomocí obalení hromady opadu kompostovací fólií (Kerhrlí & Bacher, 2004).

Ještě nevznikly studie, které by daly do souvislosti, jak vzdálenost lokality od lesa ovlivňuje napadení klíněnkou. Avšak podobná studie vznikla o patogenu na dubech. Stupeň nákazy patogenem *Phytophthora ramorum*, která způsobuje náhlou smrt dubů, byl zkoumán ve vztahu ke vzdálenosti k lesu. Na lokalitách,

kteře byly obklopeny lesem, bylo poškození největší. Avšak do vzdálenosti od lesa do 50 metrů bylo poškození stejné, rozdíly byly nalezeny až při vyšších vzdálenostech.(Condeso & Meentemeyer, 2007). V porovnání s klíněnkou má také vzdálenost od lesa negativní vliv na abundanci (Kehrli & Bacher, 2004).

Klesající počet klíněnek se zvyšující se vzdáleností od lesa by mohl dokazovat původně lesní charakter jírovce maďalu, který pochází z Balkánu z rozvolněných lesů, a tím i adaptaci na lesní prostředí u klíněnký jírovcové, která měla první masové rozšíření poblíž jezera Ohrid v Makedonii v roce 1984 (Kehrli & Becher, 2003). Pobřeží jezera je hustě zalesněno. Avšak pomocí herbářových položek z Balkánu je DNA *Cameraria ohridella* namnožena z listů sebraných před rokem 1879 a lokální vypuknutí *Cameraria ohridella* také na Balkánu dříve než v roce 1961 dokazují dříve neznámé mitochondriální haplotypy a lokálně nedokumentované alely (Lees et al., 2011).



Obrázek 17: Ohridské jezero – první masivní rozšíření klíněnký jírovcové v Evropě

Ochridské jezero (Obr. 17) se nachází na hranici Makedonie a Albánie, na Balkánském poloostrově. Jezero je zapsáno ve světovém dědictví UNESCO. Na obrázku je znatelná vysoká lesnatost pobřeží Ochridského jezera, odkud klíněnka pochází. Je zde velice různorodý terén s různou nadmořskou výškou. Nadmořská výška jezera je 695 m.

Avšak proti evropskému původu je několik faktů. 1) Proč se začala šířit až nyní, 2) Řád *Lepidoptera* (motýlů) byl již v době masového objevení klíněnky jírovcové na Balkánském poloostrově celkem dostatečně prozkoumán a tento druh zde nebyl dříve pozorován, 3) *Cameraria* není evropský rod (nejvíce se objevuje v Severní Americe, dále v jižní, východní a střední Asii), 4) Klíněnka jírovcová má v Evropě pouze polyfágní parazitoidy (na většinu druhů hmyzu je zde vázáno několik monofágních, či oligofágních parazitoidů), 5) Klíněnka má na Balkáně od prvního pozorování dlouhodobá ohniska (což značí exotický původ), (Giradoz, 2003). Z toho plyne, že možný původ tohoto druhu klíněnky by mohl být v Asii, či v Severní Americe, kde se vyskytují i jírovce, na kterých by klíněnka mohla provádět žír, možný je však i odlišný hostitel v původním areálu vzhledem k možnosti žíru i na jiném rodě v Evropě. Při studiu parazitace klíněnky na Balkáně, nebyly nalezeny jiné druhy než byly pozorovány ve střední Evropě (Giradoz, 2003). Pouze densita druhu *Pediobius saulius* byla výrazně vyšší, 5 – 30% klíněnek bylo parazitováno (Freise, 2002). Kvůli nenalezení žádného monofágního ani oligofágního druhu se nepředpokládá, že je původem klíněnky Evropa. Studium poškození jírovců maďalů v Řecku a Bulharsku odhalilo napadení klíněnkou na všech stanovištích, na druzích rodu *Acer* v blízkosti jírovců maďalů bylo nalezeno pouze několik min na *Acer pseudoplatanus*, a ve vyšší vzdálenosti nebyla nalezena žádná mina. Při studiu v Číně, Japonsku a Pákistánu byla nalezena v Japonsku nepopsaná *Cameraria* odlišná od *Cameraria ohridella*, která napadala *Aesculus turbinata* (jírovec japonský), (Giradoz, 2003). V Severní Americe se vyskytuje na východě *Cameraria aesculisella* na rodě *Aesculus* (Hellrigl, 2001). Molekulární studie napovídají o malé genetické variabilitě

evropských populací klíněnky jírovcové, která se vyznačuje u introdukovaných druhů (Kovács et al., 2000).

Ve střední Evropě se klíněnka jírovcová poprvé objevila v roce 1989 v okolí Lince v Horním Rakousku, odkud se začala rychle šířit na všechny světové strany. Nalezení probíhalo následovně, okolí Vídně v roce 1992, Pasov v Německu, jižní Morava, Bratislava a západní Maďarsko v roce 1993, sever jižního Polska, Berlín a Kolín nad Rýnem v Německu do roku 1998 (Šefrová, 1999). Do roku 2001 se klíněnka jírovcová vyskytovala na většině území střední Evropy. Ve Španělsku a jižní Anglii byla zjištěna roku 2002 a v roce 2003 v jižním Švédsku (Šefrová, 2006). Česká republika byla téměř celá osídlená kromě horských poloh, kde podmínky prostředí klíněnce nevyhovují, v roce 1996 (Laštůvka et al., 1994; Vávra 1999).

Nadmořská výška

Dle této studie se stoupající nadmořskou výškou klesá počet vylíhlých klíněnek. Stejně jako např. početnost vrtalky *Liriomyza sativae*, škůdce, jehož larvy minují nejčastěji na listech a řapících rostlin z čeledi bobovitých, lilkovitých a tykvovitých. Její největší nalezené počty byly ve 200 m n. m. Ve větším rozšíření se nacházela do 1000 m n. m., ale jejich počty s nadmořskou výškou také klesaly (Tantowijoyo & Hoffmann, 2010).

Čím je vyšší nadmořská výška, tím nižší je počet vylíhlých klíněnek, čili s rostoucí nadmořskou výškou počet klíněnek klesá. Což potvrzuje teorii, že s rostoucí nadmořskou výškou klesá počet druhů. Nejvyšší druhová variabilita je v nížinných tropických pralesích a směrem do vyšších nadmořských výšek klesá (Wolda, 1986), (Graf 2). První masové rozšíření klíněnky bylo pozorováno u Ochridského jezera, které se nachází 695 m n. m. (Obr. 4), což je u nás podobné nížinám, takže zde odpovídá rozšíření původnímu výskytu klíněnky, a to i přes to, že je to invazní živočich, kteří toto pravidlo často porušují.

Objem opadu

Zásadní pravidlo je, že čím zkoumáme větší prostor, nalezneme více druhů (Rosenzweig, 1995). Ve větším objemu hrabanky je více druhů, ale samozřejmě i více jedinců jednotlivých druhů. Čím větší množství biologického materiálu opadu jírovce se pod stromy nachází, tím větší množství klíněnký jírovcové zde může přezimovat.

V porovnání s Novákovou (2008), kde byl sběr opadu upřesněn na 1m² plochy pod korunou jírovce mařalu a výšce 10 cm, byla v této práci ponechána různá výška. Tudíž byl získán i různý objem opadu a bylo umožněno porovnat vliv objemu opadu na množství vylíhlých klíněnek.

6. Závěr

Klíněnka jírovcová se zdá být stále v permanentní gradaci (Liška & Modlinger, 2013). Napadení klíněnkou má v důsledku snížení estetické funkce stromu, strom neplní funkci snižování prašnosti a omezeně fotosyntetizuje. Vliv klíněnky je kvůli snížené fotosyntéze i na energetické ztráty stromu, které mohou dosahovat v pozdním září až 98%, způsobují sníženou hmotnost semen, klíčivost a vitalitu semen (Percival et al., 2011). Jako obranu proti klíněnce lze využít sběr opadu, obměnu dřevin, či využití rezistentního kultivaru Mertelík. Nejvhodnější chemickou obranou se zdá být látka deltamethrin, či dlouhodobý diflubenzuron. Počty klíněnek nad 1000 jedinců se nacházely na 7 lokalitách, vysoké počty zde byly většinou zapříčiněny souhrou více faktorů – nižší vzdálenost k lesu, nižší nadmořská výška nebo větší množství opadu. Největší množství bylo nalezeno na lokalitě Líšná, kde bylo 2057 jedinců. Lokalita se nachází v nižší nadmořské výšce. Bylo zde sebráno větší množství opadu. S vyšší vzdáleností od lesa klesal počet klíněnek. Ve středu města dochází k odklizení listů, dle recentních výzkumů nemá čas sběru v rámci odklizení až do konce února vliv na množství vylíhlých klíněnek (Kehrli & Bacher, 2003). Likvidovat opad lze pomocí kompostování, avšak hromady jírovce maďalu musí být pokryty například zeminou, posekanou trávou, odumřelým rostlinným materiálem, zahradnickým opadem či organickým opadem z domácností, výskyt *Cameraria ohridela* je takto snížen o 96%, zbylá procenta lze pomocí kompostovací fólie také odstranit (Kehrli & Bacher, 2004). Klesající počet napadení se vzdáleností od lesa lze nalézt také u dubů, které jsou napadeny patogenem *Phytophthora ramorum* (Condeso & Meentemeyer, 2007). U klíněnky je zřejmě pokles zapříčiněn adaptací na lesní prostředí, která je zřejmě již při prvním masovém rozšíření poblíž Ochridského jezera, jehož pobřeží je hustě zalesněné. S rostoucí nadmořskou výškou počet klíněnek klesá. První masové rozšíření v nadmořské výšce 695 m n. m. odpovídá nynějšímu rozložení v gradientu nadmořské výšky, i když invazní druhy toto pravidlo často porušují. Čím větší bylo množství sebraného opadu, byl větší i počet vylíhlých klíněnek. S růstem životního prostoru tak rostl počet jedinců.

Použitá literatura

Baraniak E., at al. Effect of distance between host trees and leaf litter removal on population density of *Cameraria ohridella* Deshka & Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae)-Pest of chestnut (*Aesculus* sp.). Polish Journal of Ecology. 2004, vol. 52, no. 4, s. 569-574, [cit. 26.2.2015], dostupné na: http://main2.amu.edu.pl/~zbiep/pdf/PZ/PJE_2_2004.pdf

Condeso T. E. & Meentemeyer R. K. Effects of landscape heterogeneity on the emerging forest disease sudden oak death. Journal of Ecology. 2007, vol. 95, no. 2, s. 364-375, ISSN 1365-2745 [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2006.01206.x/full>

Davis M. A. Invasion Biology. 1. vydání. New York: Oxford, 2009, 144s. ISBN 978-0-19-921876-9

Doležalová H. Účast veřejnosti na regulaci invazních druhů. In COFOLA 2011: The Conference Proceedings, [on-line] Brno: Masaryk University, 2011 [cit. 26.2.2015], dostupné na: https://science.law.muni.cz/sborniky/cofola2011/files/participace/Dolezalova_Helena_6003.pdf

Freise J. Parasitism of the horse-chestnut leaf miner, *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lep., Gracillariidae), in Serbia and Macedonia, *Anzeiger für Schädlingskunde*. 2002, vol. 75, no. 6, s. 152-157, ISSN 1439-0280 [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1439-0280.2002.02046.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

Gilbert M., et al. *Cameraria ohridella* invasion dynamics in recently invaded countries: from validation to prediction, *Journal of Applied Ecology*, 2005 vol. 42, no. 5, s. 805-813, ISSN 1365-2664, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2005.01074.x/full>

Gilbert M., et al. Spatial patterns and infestation processes in the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*: a tale of two cities. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2003, vol. 107, no. 1, s. 25-37, ISSN 1570-7458, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1570-7458.2003.00038.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

Giradoz S., et al. Factors favouring the development and maintenance of outbreaks in an invasive leaf miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae): a life table study. *Agricultural and Forest Entomology*, 2007, vol. 9, no. 2, s. 141-158, ISSN 1461-9563, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-9563.2007.00327.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

Giradoz S. Finding the area of origin of the leaf chestnut leafminer. Proceedings: International Symposium of IUFRO Kanazawa 2003 Forest Insect Population Dynamics and Host Influences, 2003, Kanazawa, s. 63-67, ISBN 4-924-86193-8

Gregor F., et al. R., Klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*) napadá také javor. *Plant Protection Science*, 1998, vol. 34, no. 1, s. 67-68

Hellrigl K. Neue Erkenntnisse und Untersuchungen über die Rosskastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae). *Gredleriana*, 2001, vol. 1, no. 1, s. 9-81, [cit. 26.2.2015], dostupné na: http://www.landesmuseum.at/pdf_frei_remote/Gredleriana_001_0009-0082.pdf

Holuša J., et al. Listožravý a savý hmyz. *Zpravodaj ochrany lesa: Supplementum*, 2004, s. 29-35, ISSN 1211-9342

Houba M. et al. Luskoviny pěstování a užití. 1. vydání. České Budějovice: Kurent, 133s. 2009, ISBN 978-80-87111-19-2

Kehrli P. & Bacher S. Date of leaf litter removal to prevent emergence of *Cameraria ohridella* in the following spring. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2003, vol. 107, no. 2, s. 159-162, ISSN 1570-7458, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1570-7458.2003.00043.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

Kehrli P. & Bacher S. How to safely compost *Cameraria ohridella*-infested horse chestnut leaf litter on private compost heaps. *Journal of Applied Entomology*, 2004, vol. 128, no. 9-10, s. 707-709, ISSN 1439-0418, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0418.2004.00915.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

Kindl J., et al. Monitoring the Population Dynamics of the Horse Chestnut Leafminer *Cameraria ohridella* with a Synthetic Pheromone in Europe. *Plant protection science*, 2002, vol. 38, no. 4, s. 131-138, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://www.cazv.cz/2003/anglicka/clanky/ochr4-02/Svatos.pdf>

Kovács Z., et al. Genetic study on the spreading of *Cameraria ohridella* (Deschka et Dimic 1986, Lep. Lithocolletidae) in Europe. *Növényvédelem*, 2000, vol. 36, no. 6, s. 288-290, ISSN 0133-0829, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://www.cabdirect.org/abstracts/20001112833.html>

Krüssmann G. *Evropské dřeviny*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1978, 187s. ISBN 07-084-78

Kubát K., et al., *Klíč ke květeně České republiky*. 1. vydání. Praha: Academia, 2002, 928s. ISBN 80-200-0836-5

Laštůvka Z. et al. Faunistic records from the Czech Republic-18. *Klapalekiana*, 1994, vol. 36, no. 4, s. 197-206

- Lees D. C., et al. Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2011, vol. 9, no. 6, s. 322-328, ISSN 1540-9295, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/100098>
- Liška J. Problém zvaný klíněnka jírovcová, *Zahrada-Park-Krajina*, 1999, vol. 9, no. 1, s.10-11
- Liška J. & Holuša J. Ploskohřbetka smrková. *Lesnická práce: příloha*, 2000, vol. 79, no. 11, [cit. 26.2.2015], dostupné na: http://www.silvarium.cz/images/letaky-los/2000/2000_ploskohrbetka.pdf
- Liška J. & Modlinger R. Klíněnka jírovcová. *Lesnická práce: příloha*, 2013, vol. 92, no. 12, [cit. 26.2.2015], dostupné na: http://www.silvarium.cz/images/letaky-los/2013/2013_klinenka_jirovcova.pdf
- Lomolino M. V., et al. Biogeography. 3. vydání, Massachusetts: Sinauer, 2006, ISBN 0-87893-062-0
- Mertelík J., et al. Preventivní ochrana nových výsadeb *Aesculus hippocastanum* s využitím klonu Mertelík06 rezistentního ke *Cameraria ohridella*: Redakčně upravená závěrečná zpráva, 2012
- Mertelík J., et al. Uplatnění klonu *Aesculus hippocastanum* M06 rezistentního ke *Cameraria ohridella* jako plodonosných stromů pro nové výsadby jírovců v oborách s intenzivním chovem spárkaté zvěře: Redakčně upravená závěrečná zpráva, 2013
- Mlíkovský J. & Stýblo P. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. 1. vydání. Praha: ČSOP, 2006, 496s. ISBN 80-86770-17-6
- Mráz M. Integrovaná ochrana proti klíněnce jírovcové. *Zahrada-Park-Krajina*, 1999, vol. 9, no. 1, s.16-17
- Mrkva R. Přízrak klíněnky jírovcové obchází Evropou. *Veronica: příloha Klíněnka jírovcová: Cameraria ohridella*. 1999, vol. 19, no. 2, s. 5-11.

Nejmanová J., et al. Residues of diflubenzuron on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) leaves and their efficacy against the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella*. *Pest Management Science*, 2006, vol. 62, no. 3, s. 274-278, [cit. 26.2.2015], dostupné na:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.1165/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

Nováková P. Binomie klíněnky jírovcové (*Cameraria ohridella*) a jejich přirozených nepřátel z řádu blanokřídlých (Hymenoptera: Chalcidoidea); možnosti obrany. [Dizertační práce], Litomyšl: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008

Park S. H., et al. *Medicago truncatula*-derived calcium oxalate crystals have a negative impact on chewing insect performance via their physical properties. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2009, vol. 131, no. 2, s. 208-215

Patočka J. & Turčáni M. *Lepidoptera pupae of central Europe*. Apollo books, 2005, s. 321, ISBN 87-88757-47-1

Percival G. C., et al. Evaluation of organic, synthetic and physical insecticides for the control of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*). *Urban forestry & Urban greening*, 2012, vol. 11, no. 4, s. 426-431, [cit. 26.2.2015], dostupné na:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866712000817>

Percival G. C., et al. The impact of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic; HCLM) on vitality, growth and reproduction of *Aesculus hippocastanum* L. *Urban forestry & Urban greening*, 2011, vol. 10, no. 1, s. 11-17, [cit. 26.2.2015], dostupné na:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866710000816>

Ribeiro E. P. O., et al. Effect of eggplant transformed with oryzacystatin gene on *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae*, *Journal of Applied Entomology*, 2006, vol. 130, no. 2, s. 84-90, ISSN 1439-0418, [cit. 26.2.2015], dostupné na: http://www.readcube.com/articles/10.1111%2Fj.1439-0418.2005.01021.x?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1

Rosenzweig M. L. Species diversity in space and time. 6. vydání, Cambridge: Cambridge, 1995, s. 437, ISBN 0-521-49618-7

Skuhřavý V. Zur Kenntnis der Blattminen-Motte *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. (Lep., Lithocolletidae) an *Aesculus hippocastanum* L. in der Tschenchischen Republik, *Journal of pest science*, 1998, vol. 71, no. 5, s. 81-84, ISSN 0340-7330, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02770638>

Skuhřavý V. Klíněnka jírovcová v roce 2004. *Lesnická práce*, 2004, vol. 83, no. 7, s. 346-347

Šefřová H. Invazní druhy klíněnek v Evropě: biologie, šíření, význam a ochrana hostitelských dřevin (Insecta, Lepidoptera, Gracillariidae). [Dizertační práce], Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 113s.

Šefřová H. Klíněnky: zajímavá skupina drobných motýlů a jejich šíření. *Veronica: příloha Klíněnka jírovcová: Cameraria ohridella*. 1999, vol. 19, no. 2, s. 2-4.

Šefřová H. Rostlinolékařská entomologie. 1. vydání. Brno: Konvoj, 2006, 257s. ISBN 80-7302-086-6

Šefřová H. & Laštůvka Z. Catalogue of alien animal species in The Czech republic. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2005, vol. 53, no. 4, s. 151-170

Tantowijoyo W. & Hoffmann A. A. Identifying factors determining the altitudinal distribution of the invasive pest leafminers *Liriomyza huidobrensis* and *Liriomyza sativae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2010, vol. 135, no. 2, s. 141-153, ISSN 1570-7458 [cit. 26.2.2015], dostupné na:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1570-7458.2010.00984.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

Tkáčová S. Živočišni škodcovia na drevinách v mestekom prostredí. Nitra, 2009 [online], [cit. 26.2.2015], dostupné na:

http://www.slpk.sk/eldo/veda_mladych_2004/tkacova.pdf

Vávra J. Nezvaní hmyzí přistěhovalci v našich parcích. *Živa*, 1999, vol. 47, no. 2, s. 80-82

Vítková M. Péče o akátové porosty. *Ochrana přírody*, 2011, vol. 70, no. 6, [cit. 26.2.2015], dostupné na:

<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/res/data/026/003318.pdf>

Volter L., et al. Parazitoidy-přirození nepřátelé klíněnky jírovcové. *Rostlinolékař*, 2009, vol. 26, no. 6, s. 22-24

Vyhnánek T., et al. Studium genetické variability u zástupců rodu *Aesculus* L. pomocí SSR markerů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2013, vol. 58, no. 3, s. 244-249, [cit. 26.2.2015], dostupné na:

<https://scholar.google.cz/scholar?hl=cs&q=STUDIUM+GENETICK%C3%89+VARIABILITY+U+Z%C3%81STUPC%C5%AE+RODU+AESCULUS+L.+POMOC%C3%8D+SSR+MARKER%C5%AE&btnG=>

Vysoký V. & Černý J. Minující motýli (Lepidoptera) okolí obce Soběšice (Klatovsko). *Západočeské entomologické listy*, 2013, vol. 4, no. 1, s. 10-15, ISSN 1804-3062, [cit. 26.2.2015], dostupné na:

<http://www.zpcse.cz/entolisty/entolisty.html>

Wolda H. Altitude, habitat and tropical insect diversity. Balboa: *Biological Journal of the Linnean society*, 1986, vol 30, no. 4, s. 313-323, ISSN 1095-8312, [cit. 26.2.2015], dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8312.1987.tb00305.x/abstract>

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. In: *Sbírka zákonů*. 22. 4. 1998. ISSN 1211-1244.

Zákon č. 326/2004 Sb, o rostlinolékařské péči. In: *Sbírka zákonů*. 22. 4. 1998. ISSN 1211-1244.